

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.

№ 03

Выходит 6 раз в год

Москва 2018

Конгрессы, конференции, семинары, симпозиумы, советы, совещания

18.03-01.1 II Всероссийская акустическая конференция. *Есипов И.Б.* Известия РАН. Серия физическая. 2018. 82, № 1, с. 524-525. Рус.

18.03-01.2 40 лет базовой кафедре ЛЭТИ в концерне "Океанприбор". *Жуков В.Б., Полканов К.И., Селезнев И.А., Шатохин А.В.* Гидроакустика. 2016, № 27, с. 85-89. Рус.

18.03-01.3 О творческом сотрудничестве СПб ГЭТУ "ЛЭТИ" и АО "Концерн "Океанприбор". *Кутузов В.М., Куприянов М.С., Полканов К.И., Селезнев И.А., Шатохин А.В.* Гидроакустика. 2016, № 28, с. 85-90. Рус.

18.03-01.4 Кировскому филиалу Концерна «Океанприбор» 40 лет. *Войтов А.А., Пономаренко А.П.* Гидроакустика. 2017, № 32, с. 71-73. Рус.

Библиография

18.03-01.5 Предисловие. *Козубская Т.К.* Мат. моделир. 2018. 30, № 5, с. 3-4. Рус.

Настоящий тематический выпуск журнала включает в себя статьи, посвященные вычислительному эксперименту в аэроакустике. В статьях рассматриваются обеспечивающие эксперимент математические модели, численные методы и алгоритмы, приводятся результаты расчета модельных задач, а также задач по моделированию аэроакустических полей сложных

течений, важных с точки зрения практических приложений и ориентированных, главным образом, на авиационную промышленность. Статьи прошли строгое рецензирование, в котором в качестве экспертов участвовали известные специалисты в области вычислительной аэроакустики и аэродинамики. По результатам рецензирования из 13 поданных работ к печати в тематическом выпуске было принято лишь 9 статей, каждая из которых прошла стадию доработки в соответствии с замечаниями рецензентов.

Персоналии

18.03-01.6 Владимир Федотович Дьяченко (1929—2017). *Мат. моделир.* 2018. 30, № 5, с. 134-136. Рус.

20 октября 2017 г. на 89-м году жизни скончался известный российский ученый-математик, профессор, доктор физико-математических наук, лауреат Ленинской премии, участник Атомного Проекта СССР Владимир Федотович Дьяченко. Ушел из жизни ученый, связавший со студенческой скамьи свою судьбу с ИПМ им. М.В. Келдыша РАН.

18.03-01.7 Поздравляем Олега Владимировича Руденко! *Советский физик.* 2016, № 1, с. [https://phys.msu.ru/rus/about/sovphys/ISSUES-2016/01\(117\)-2016/22776/](https://phys.msu.ru/rus/about/sovphys/ISSUES-2016/01(117)-2016/22776/). Рус.

В соответствии с указом Президента РФ №649 от 22 декабря 2015 года за «Заслуги в области развития образования, научной и педагогической деятельности, большой вклад в подготовку квалифицированных специалистов» заведующий кафедрой

акустики физического факультета МГУ, академик РАН Олег Владимирович Руденко награжден Орденом Дружбы.

18.03-01.8 Рем Викторович Хохлов. К 90-летию со дня рождения. *Девяткова Л.И.* Советский физик. 2016, № 2, с. [https://phys.msu.ru/rus/about/sovphys/ISSUES-2016/02\(118\)-2016/22793/](https://phys.msu.ru/rus/about/sovphys/ISSUES-2016/02(118)-2016/22793/). Рус.

В июне 2015 г. кафедра волновых процессов отмечала 50-летний юбилей, вспоминая создателя кафедры Рема Викторовича Хохлова. Академик АН СССР, член Президиума академии. Депутат палаты Совета Союзов ВС СССР. Заместитель Председателя Комиссии по народному образованию, науке и культуре. Влияние Рема Викторовича на людей, на их судьбу в науке было огромным. Научные интересы Хохлова были связаны с волновой физикой и квантовой электроникой. Почти полностью им и сотрудниками его кафедры был освоен диапазон электромагнитных волн от радио-, ИК к УФ и рентгеновскому диапазону, γ -излучению. Это был чрезвычайно доступный

в общении человек. Встречи с ним, разговоры запоминались. Он был очень внимателен к людям и беспримерно щедр. Как говорил академик Ширков, Рем очень рано понял, что отдавать всего себя людям — это и есть настоящее счастье. Но Рем Викторович был, конечно, и очень твёрдым человеком, даже жёстким, может быть, властным. У него была колоссальная интуиция. Он охватывал проблему со всех сторон, соединяя несоединяемое, находя решения самых неожиданных вопросов. Это позволяло концентрировать работу кафедры на важнейших направлениях, выходя на мировой уровень. Обзорных докладов Хохлова ждали везде, и у нас и за рубежом. В начале 1970-х годов Рем Викторович начинает усиленно заниматься коротковолновыми лазерами. Потребность в них фундаментальна. В 1972 году в «Письмах в ЖЭТФ» он публикует статью, выступает с докладом на сессии Академии наук, в которых излагает идею гамма-лазера, и предпринимает большие усилия по привлечению людей науки в СССР и в США к данной теме. Расчёты показали: Создание γ -лазера возможно. Ректором Московского Государственного университета Рем Викторович был в 1973—1977 гг. Это было время, когда после Хельсинского акта мир вступил в фазу новых отношений между странами. В фазу равновесия полярных сил. Однако сами полярные силы продолжали существовать, оставив нам для размышления слова англичанина, физика и писателя Чарльза Сноу, понимавшего чрезвычайную необходимость решения вопроса сосуществования богатых и бедных, слабых и отсталых народов, голодающих на планете в век самой мощной за всю историю человечества промышленной цивилизации; основанной, однако, на антигуманистическом принципе: Выживает сильнейший. «Если развитые страны, мы, англичане и американцы, — писал Сноу, — не изменим свою политику по отношению к отсталым народам, не перевоспитаемся, не научимся иначе думать и иначе чувствовать, то заботу об этих народах возьмут на себя социалистические страны. Они это сделают. И такой поворот событий будет означать для нас полный крах — политический и моральный. Запад окажется тогда, в лучшем случае, одним из островков социалистического архипелага. . . » В СССР, действительно, это было время больших проектов, время, которое ректор МГУ называл «временем познания». «Высшая радость человека, — говорил Рем Викторович, — происходит от познания и свершения нового». В XX веке учёные в Советском Союзе с гордостью говорили о высоких достижениях в науке. Высоких темпах развития страны, о высочайшем уровне образования. Как к ректору к Хохлову обращались корреспонденты журналов, газет с просьбой рассказать о Московском университете, который был гордостью страны. Который люди в СССР считали своим детищем, ведь строился университет в жестокие первые послевоенные годы, когда не хватало ни питания, ни одежды. Когда частица труда каждого была вложена в строительство Храма науки и образования. Рем Викторович давал интервью, печатал статьи, выступал с докладами. Двери его кабинета были открыты всегда. «Талантливость, талант. . . Всегда ли мы ценим их, понимаем истинное значение, — писал Рем Викторович в статье «О талантах в науке». — Талант очень большая реальная ценность, большое богатство. Причём богатство не одной какой-то личности, а всего общества. . . Не будет преувеличением сказать, что талантливость учёного — народное достояние. Найти талант, не дать ему растратиться по мелочам, помочь в подборе оптимальной нагрузки — задача большой общественной значимости». В специальной литературе, говорил Хохлов, можно встретить перечень личных качеств, которыми должен обладать человек творческого склада. . . Увлечённость, хорошая память, умение сосредоточиться, уйти в себя. Умение чётко и логично формулировать свои мысли, задачи, выводы, умение просто думать о сложных вещах, рассказывать о них в терминах, понятных собеседнику. И это, конечно, высокая интенсивность генерирования идей, тщательное их фильтрование, умение по отрывочным данным синтезировать общую картину. Это и умение мыслить легко, критически оценивать результаты исследований, особенно своих. Широкий научный кругозор. Высокая культура». Отвечая на вопросы студентов, как можно выработать в себе необходимые для жизни, для творчества, перечисленные вами качества, Рем Викторович высказывал мысли, над которыми размышлял и сам, сводя их в систему: Замечание А — Всекие советы надо рассматривать

с учётом конкретных условий и возможностей... Замечание Б — О согласовании генератора с нагрузкой. Человек — генератор мыслей и дел — должен работать на свою оптимальную нагрузку (что, заметим, в собственной жизни он нарушал не редко)... И замечание В — Помня, о необратимости времени. В двадцать или даже в тридцать лет может казаться, что впереди бесконечно большое время; что годы, а тем более месяцы или дни можно тратить щедро, не задумываясь. А жизнь, к сожалению, конечна. Об этом не следует думать ежедневно, но обязательно стоит вспоминать; особенно, обдумывая шаги, связанные с большими затратами времени. Умение организовать своё время, свою работу, самого себя — качество исключительно важное. Близились XXI век. Во всём мире в 1970-е годы всё более востребованными становились вопросы гуманистического, нравственного осмысления общечеловеческих проблем, связанных с научно-техническим прогрессом, с социальной защитой населения в постоянно изменяющемся мире; проблем экологических, философских, образовательных. От различных институтов и ведомств страны, ведущих специалистов и учёных Правительство требовало анализ вызовов нового времени, создание перспективных планов развития на конец XX — начало XXI века. В области науки Хохлов видел две перспективные тенденции. Необходимость масштабной организации комплексных исследований, обращая особое внимание на исследования на «стыках наук» и интеграцию самых разных научных направлений. При этом он полагал, что именно университеты как системы, включающие в себя гуманитарные, естественнонаучные, образовательные и культурные программы, занимающиеся изучением объектов как в неживой, так и в живой природе, в общественной жизни и в изучении самого человека, — должны становиться центрами интеграции. «Главная особенность университетского образования — глубина обще-научной подготовки, — говорил Рем Викторович. — Широкая теоретическая подготовка в сочетании с умением применять полученные знания, быстро входить в новую область. Эта особенность как нельзя более отвечает сегодня духу времени, поскольку темп научно-технического прогресса резко сокращает сроки востребованности специальных знаний. Сегодня наше внимание должно привлекаться не только к злободневным проблемам, но и к дальнейшим перспективам нашей страны, к различным областям нашей жизни. Такой подход, думаю мне, мы должны воспринять, размышляя о дальнейшей эволюции нашей системы высшего образования, в частности, университетов. Сегодня общепринято, что образование должно продолжаться фактически всю жизнь, подразделяясь на два этапа. Первый — это получение базовых знаний, что происходит в вузах. Второй — систематическое повышение квалификации и переподготовки в соответствии с изменяющейся наукой и условиями работы. Периодическое обновление знаний (что диктует необходимость пересмотра самого процесса базового образования). Это — углубление подготовки по фундаментальным наукам и обучение теоретическому применению знаний. ВУЗ должен дать студенту не столько конкретные знания, сколько основу духовного богатства человечества и метод познания новых явлений, равно как и преобразование мира, — говорил он. — В Московском университете мы уже вводим в планы естественных факультетов гуманитарные предметы, ибо считаем, что профессиональная узость кругозора наносит ущерб не только общекультурному развитию личности, но и воспитанию в ней творческого начала. Богатый эмоциональный мир человека, его художественное воображение, которое развивается гуманитарным образованием, делает более продуктивным и логическое мышление». Ниже приводится выдержка из доклада ректора Хохлова на заседании парткома МГУ. «Большое значение придаётся в Московском университете, — писал Рем Викторович в заметке «Все-народные центры образования и науки», — созданию системы пополнения знаний дипломированных специалистов. Помимо подразделений повышения квалификации преподавателей вузов, на ряде факультетов у нас созданы инженерные потоки, где проходят дополнительную практику примерно тысяча специалистов, занятых в различных отраслях экономики. Нашей задачей является также укрепление связи между вузами и теми областями народного хозяйства, для которых готовятся кадры. Вузы, и прежде всего университеты, с каждым годом должны «охватывать» своей деятельностью всё более широкие слои на-

селения, развивать духовные потребности народа. Совершенно ясно, что со временем всё более будет возрастать доля свободного времени советских людей, которым, как говорил Маркс, определяется богатство общества. В свободное время они станут доставлять себе радость, пополняя свои знания, повышая свою культуру, ибо наивысшая радость человека происходит от познания и свершения нового». И последний вывод, который делает Хохлов: «В структуре возрастающих потребностей человека всё больший удельный вес будет составлять нематериальные блага — в первую очередь культура и образование, развитие которых, в отличие от материальных потребностей не имеет границ. Повысится роль образования. Наиболее интенсивно будет развиваться свободное образование без отрыва от основной работы. Вузы будут «охватывать» не только молодёжь, но превратятся в центры культуры и образования своего народа», — говорил Рем Викторович и с этим нельзя не согласиться. Но несмотря ни на какие акты и договорённости, со второй половины XX века проблемы общества, проблемы будущего и в капиталистических, и в социалистических странах становились зоной острой, можно сказать, изощрённой идеологической борьбы, в сущности — борьбы за человека. За молодого человека — за его профессиональный и нравственный образ. В СССР вопрос воспитания молодёжи был вопросом за выживание. В МГУ, на кафедрах и в парторганизациях, этой теме отдавалось большое внимание. «Мы должны помогать студентам самостоятельно разбираться в текущих событиях идеологической борьбы, которая идёт во всём мире и имеет экономические основания. Это большая работа, и в ней должны участвовать все преподаватели университета — независимо от того, математики это или историки, физики или филологи. Здесь должны использоваться все формы взаимодействия: лекции, семинары, консультации. Это государственный вопрос». Такова была установка Московского университета. Ещё в 1948 году, сразу после окончания Второй мировой войны, по инициативе ЮНЕСКО была организована Международная ассоциация университетов мира (МАУ), целью которой было провозглашено сотрудничество между университетами разных стран. В 1956 году в МАУ вступил Московский университет. В середине семидесятых годов Административным советом МАУ было принято решение провести юбилейную VI Генеральную ассамблею МАУ в Москве. Предложенная Московским университетом тема — «Высшее образование на рубеже XXI века» — была встречена бурными аплодисментами. Доклад на конференции готовил ректор МГУ Р.В. Хохлов. Конгресс открылся в Москве 19 августа 1975 г. и продолжался семь дней. Первый день конференции проходил в Колонном зале Дома Союзов с участием представителей Советского правительства. В своём приветствии к участникам присутствующий на конференции заместитель директора ЮНЕСКО доктор Джон Фобс отметил особую роль Советского государства в культурной жизни народов мира, сказав: «Вы не только руководите процессами обучения в ваших университетах, вы служите человечеству в его стремлении к знаниям, направляете и контролируете работу преподавателей и студентов в ваших учебных заведениях. На вас лежит особая ответственность за образование на рубеже двадцать первого столетия». С докладами в Доме Союзов выступили также ректор МГУ Р.В. Хохлов и вице-канцлер Оксфордского университета Х.Дж. Хабаккук. Доклад ректора Московского Государственного университета Р.В. Хохлова произвёл на аудиторию сильное впечатление. Он развеял тревоги о будущем и был переведён в дальнейшем на многие языки мира. Остальные шесть дней работы делегатов на пленарных и секционных заседаниях в залах и холлах Московского университета шли жаркие дебаты. Обсуждались проблемы высшего образования разных стран, проблемы занятости выпускников, элитарность или демократизм высшего образования, выбор профессии, повышение квалификации, новые технологии обучения, общие проблемы молодёжи в соответствии с проблемами современного мира — социального и экономического развития народов. Разброс мыслей, прозвучавших на заседаниях и в кулуарах Московского университета, представлял живую картину общественной жизни на планете Земля в преддверии наступающего тысячелетия. «Моделью университета XXI века, безусловно, будет модель социалистического университета, — считал ректор Софийского университета профессор Бл.Х. Сендов. — Впервые здесь мы

услышали мнение учёных о том, что научно-исследовательская работа — характерная черта университетов... Главным остаётся глубокое базисное высшее образование, фундаментальные знания. Но необходимо сказать, что обучение молодёжи надо связывать с повышением нашей социальной ответственности. В XXI веке, я уверен, возрастет роль философии, этики, социологии. А социалистическое общество найдёт возможность дать высшее образование каждому желающему. Но в чьих руках будет находиться эта возможность», предупреждал Сендов. Ректор университета в Любляне говорил о том, что в Югославии существуют сложности с трудоустройством выпускников: у нас нет планового распределения. Мы склоняемся именно к вашей системе, которая должна уменьшить эти трудности. Президент Пенсильванского университета (США) М. Маэрсон, отметив важность преемственности этапов образования в школах Советского Союза, подчеркнул: «Только в тех странах, которые достигли почти повсеместного хорошего уровня начального и среднего образования, имеются реальные возможности для большинства продолжать образование в высшей школе». Однако президент университета «Париж 1» Ф. Люшер отметил принципиальную несовместимость образовательных задач, стоящих перед университетами капиталистических и социалистических стран. «В обществе, которое я называю классическим, — сказал он, — физический труд не пользуется таким большим уважением, как интеллектуальный. В других странах, например, в стране, в которой мы сейчас находимся, всё обстоит иначе. В этих типах общества предпринимаются значительные усилия, чтобы привлечь в университеты детей рабочих и крестьян наравне с представителями иных социальных слоев. Перед нами такая проблема не стоит». Вице-канцлер Марбургского университета (ФРГ) Вильфред Ф. Бредов рассказал о том, что в Германии очень серьёзно относятся к реформам в образовании. «В конце 60-х гг., — говорил он, — у нас даже появился лозунг: «Высшее образование — для всех». Но вскоре стало ясно, что средств у нас для этого не хватает. Пока расширение сети университетов не предусматривается. Нет у нас также ни заочного, ни вечернего образования. Я думаю, что молодой человек может получить удовлетворение не только от интеллектуального труда. На конференции много говорилось о непрерывном образовании, но это не станет у нас системой». «Каким станет университет XXI века?» — Так поставил вопрос вице-канцлер Оксфордского университета (Великобритания) Х.Дж. Хабаккук. «Думаю, что будет немало сюрпризов. Во всяком случае, я удивлюсь, если всё останется по-старому. Думаю, что университеты станут слишком дорогостоящими учреждениями. Много будет зависеть от желания государства поддержать университеты. И эти факторы будут сильно различаться в зависимости от стран». По окончании VI Юбилейного Конгресса МАУ в Георгиевском зале Кремля прошёл приём. В Московском университете также был устроен торжественный обед. Вечером студенты московских вузов в Актовом зале МГУ дали прекрасный концерт. Таким, тревожным и радостным было время 1970-х годов. Однажды посетивший Московский университет президент буддийской организации «Сока Гаккай», основатель университета Сока (Япония) Дайсаку Икеда сказал Рему Викторовичу: — Каждый раз, когда меня приглашают «старые», с давними традициями университеты — будь то Оксфорд или МГУ, — меня охватывает совершенно особое чувство присутствия в центре разума человечества. Я как бы ощущаю великое течение мировой культуры. Образования... По сравнению с МГУ университет Сока — просто дитя. Но я мечтаю, что в XXI веке он станет по значению равным МГУ. — Что ж, — откликнулся Рем Викторович. — Московский университет тоже ставит перед собой задачу воспитать учёных уже и XXI века. «Самым величайшим экспериментом XX века. А, может быть, и всей истории человечества», называл Дайсаку Икеда достижение Советского Союза. «Великим провалом» назвал Бжезинский разрушение социалистического государства. Но он ошибся: это было всего лишь поражение в очередной войне. И заканчивая заметку, снова процитируем Рема Викторовича: «Вузы будут охватывать своей деятельностью не только молодёжь, они превратятся в центры культуры и образования всего народа». «Опыт Советского Союза показывает, что занятые в науке люди — это богатейшим и мощнейшим ресурс прогресса. И если в социальных преобразованиях мира свою историческую роль,

так или иначе, сыграл пролетариат, то в новейшее время удовлетворение вызовов окружающего нас мирового пространства доступно лишь людям науки, объединенным стремлением к пониманию глубинных процессов, происходящих в природе и в обществе, процессов, как развития, так и деградации». XXI век набирает силу. Поколению молодых людей, вступивших в эпоху радикальных изменений всех параметров жизни, предстоит решать вопрос, как вернуть к истине зашедшее в тупик человечество, которому угрожают катастрофы и войны небывалой разрушительной мощи. Кто-то сказал: Нет другого способа для генерации энергии в обществе, кроме как предъявление великих образов и идей. (Книга «Академик Р.В. Хохлов — ректор Московского университета» находится в Историческом музее РФ, в библиотеке им. В.И. Ленина, в Архиве РАН, в библиотеке Конгресса США).

18.03-01.9 Таким он был, Рем Хохлов... К 90-летию со дня рождения. *Советский физик*. 2016, № 3, с. <https://phys.msu.ru/rus/about/sovphys/ISSUES-2016/>. Рус.

Заседание 26 мая 2016 г. Ученый Совет физического факультета посвятил 90-летию со дня рождения академика Р.В. Хохлова (15 июля 1926 г.). Заседание проходило в ЦФА им. академика Р.В. Хохлова, в здании физфака, расположенном на улице им. академика Р.В. Хохлова, человека ранее бывшего вице-президентом АН СССР, Президентом международного союза университетов, ректором МГУ, одним из высших руководителей КПСС. Им же была основана кафедра волновых процессов, отмечающая свое 50-летие, созданы научные направления в физике: нелинейная оптика и нелинейная акустика, имя сохранено в названии уравнения «Хохлова—Заболотской», образ увековечен скульптурным портретом и мемориальной доской в Корпусе нелинейной оптики, носящем его имя. Его увлеченность отмечена званием кандидата в мастера спорта по альпинизму. На заседании присутствовала Елена Михайловна Дубинина, супруга Р.В. Хохлова.

18.03-01.10 Памяти Анри Амвросьевича Рухадзе (9.07.1930—7.03.2018). *Кратк. сообщ. по физ. ФИАН*. 2018. 45, № 4, с. 3-4. Рус.

7 марта 2018 года ушел из жизни выдающийся физик, один из старейших сотрудников Института общей физики им. А. М. Прохорова и редколлегии журнала «Краткие сообщения по физике ФИАН», замечательный человек — Анри Амвросьевич Рухадзе. Анри Амвросьевич Рухадзе заложил основы физики излучающей плазмы, под его руководством были созданы эффективные ультрафиолетовые источники света для накачки лазеров. Он по праву считается создателем целого направления — релятивистской плазменной СВЧ электроники. Вместе с учениками он разработал теорию мощных импульсных источников СВЧ, а затем руководил практической реализацией своей теории в конкретные приборы. А.А. Рухадзе — автор более 600 научных работ, опубликованных как в России, так и за рубежом. Особое внимание Анри Амвросьевич уделял педагогической работе. Он начал преподавать в 1953 г. — в МИФИ, а с 1965 г. являлся профессором МГУ и МФТИ. Под его руководством сотни студентов выполнили дипломные работы, 76 его

учеников защитили кандидатские диссертации, а 34 ученика стали докторами наук. Его учебники по электродинамике материальных сред и физике плазмы стали классикой и переведены на множество языков. Анри Амвросьевич был не только выдающимся ученым, великодушным преподавателем, но и внес огромный вклад в издательскую деятельность. Благодаря его переводам российские исследователи были в курсе актуальной зарубежной научной литературы. Вместе с коллегами он систематизировал и издал труды великого французского физика Л. де Бройля, одного из создателей квантовой механики. Много лет Анри Амвросьевич был активнейшим членом редколлегии нашего журнала, главным редактором журнала «Инженерная физика», членом редколлегий журналов «Прикладная физика и математика» и «Прикладная физика». За научную и педагогическую деятельность Рухадзе А.А. был награжден высокими правительственными наградами: кавалер ордена «Знак Почета» (1971 г.), Ордена Трудового Красного Знамени (1981 г.), дважды лауреат Государственных премий СССР (1981 и 1991 гг.), премии им. М.В. Ломоносова МГУ и ряда медалей. А.А. Рухадзе является академиком РАЕН, иностранным членом национальной академии наук республики Грузии, почетным доктором Софийского университета им. К. Охридского (Болгария), Института теоретической физики им. Н.Н. Боголюбова (Украина), Дагестанского госуниверситета. Уход Анри Амвросьевича — огромная потеря не только для близких и друзей, не только для ИОФ РАН и нашего журнала, но и для всей российской науки. Он был и остается символом целого направления в физике.

18.03-01.11 Леонид Рафаилович Гаврилов (к 80-летию со дня рождения). *Аюпян В.Б., Руденко О.В., Сапожников О.А., Сарвазян А.П., Свет В.Д., Хохлова В.А., Aubry J.-F., Chapelon J.-Y., Cleveland R.O., Crum L.A., Duck F.A., Hand J.W., Hill K., Holland S.K., Hynunen K.H., Lewin P.A., McGough R.J., Mourad P.D., Muratore R., O'Brien W.D.(Jr.), ter Haar G.* *Акустический журнал*. 2018. 64, № 3, с. E001-E003. Рус.

25 мая 2018 г. исполнилось 80 лет Леониду Рафаиловичу Гаврилову, главному научному сотруднику Акустического института им. академика Н.Н. Андреева, доктору технических наук, известному специалисту в области медицинской акустики.

18.03-01.12 Захарий Нерсесович Умиков (1906—2002 гг.). (К 110-летию со дня рождения З.Н. Умикова). *Макарчук Ю.И., Попов В.А., Сергеева Н.П.* *Гидроакустика*. 2016, № 26, с. 104-112. Рус.

18.03-01.13 Судьбы российских инженеров (В.Н. Тюлин). *Малый В.В.* *Гидроакустика*. 2017, № 30, с. 97-103. Рус.

К 125-летию со дня рождения выдающегося учено-гидроакустика, инженера и педагога, основоположника отечественной военной гидроакустики, разработчика первых отечественных гидроакустических станций Владимира Николаевича Тюлина.

См. также **18.03-01.3**

Классические проблемы линейной акустики и теории волн

Математическая теория распространения волн

18.03-01.14 Метод построения конечно-элементного представления многосвязной области. *Полатов А.М.* *Мат. моделир.* 2018. 30, № 2, с. 119-129. Рус.

Приводится описание метода построения конечно-элементной сетки многосвязной трехмерной области. Конечно-элементное представление конфигурации области описывается дискретным множеством, состоящим из количества узлов и элементов конечно-элементной сетки, упорядоченных множеств координат узлов и номеров узлов по конечным элементам. Для доказательства корректности метода решения приводятся соответствующие теоремы. Показана адекватность конечно-

элементной модели топологии многосвязной области. Объединение подобластей выполняется на основе критерия совпадения граничных узлов посредством установления простой иерархии объемов, поверхностей, линий и точек. Перенумерация узлов осуществляется фронтальным методом, где в качестве начального фронта используются узлы, расположенные на внешних гранях конструкции.

18.03-01.15 О монотонности схемы КАБАРЕ, аппроксимирующей скалярный закон сохранения со знакопеременным характеристическим полем и выпуклой функцией потоков. *Зюзина Н.А., Ковыркина О.А., Остапенко В.В.* *Мат. моделир.* 2018. 30, № 5, с. 76-98. Рус.

Проведен анализ монотонности схемы КАБАРЕ, аппрокси-

мирующей квазилинейный скалярный закон сохранения с выпуклым потоком. Получены условия монотонности этой схемы как в областях, в которых скорость распространения характеристик имеет постоянный знак, так и в окрестностях звуковых линий, звуковых полос и ударных волн, на которых скорость распространения характеристик аппроксимируемого дивергентного уравнения меняет знак. Приведены тестовые расчеты, иллюстрирующие данные свойства схемы КАБАРЕ.

18.03-01.16 Модель затопленной струи с учетом двух предельных схем гидратообразования. *Гималтидинов И.К., Кильдибаева С.Р. Теплофиз. и аэромех.* 2018, № 1, с. 79-88. Рус.

Рассматривается течение затопленных струй, распространяющихся в условиях стабильного существования гидрата и течения окружающей среды. Развита интегральная лагранжевая методика контрольного объема для расчетов параметров струи: траектории, радиуса, температуры, плотности и объемных содержаний компонент струи. Определено влияние двух предельных схем гидратообразования на параметры струи. Исследовано влияние начального значения дебита газа на температуру струи.

18.03-01.17 Нахождение частного класса решений дифференциального уравнения, описывающего поперечные колебания каната, обладающего изгибной жесткостью и лежащего на упругом основании. *Литвинов В.Л. Вестник научно-технического развития.* 2018, № 1, с. 26-31. Рус.

Исследован волновой процесс поперечных колебаний каната, с учетом изгибной жесткости и жесткости подложки. С помощью известного решения типа бегущей волны найден частный класс решений задачи, описывающий бегущие не искажающиеся волны в виде произведения двух периодических функций, одна из которых описывает быстроосциллирующую волну, а другая — медленные изменения огибающей. Данное свойство может быть использовано при изучении резонансных характеристик объектов переменной длины.

18.03-01.18 Управление конечным поворотом упругой системы из одного состояния в другое с гашением колебаний в момент окончания операции. *Гришанина Т.В., Русских С.В., Шклярчук Ф.Н. Ученые записки Казанского государственного университета. Серия Физико-математические науки.* 2017, 159, № 4, с. 429-443. Рус.

Рассмотрена задача программного управления произвольной упругой системой, совершающей конечный поворот в общем случае с разгоном или торможением относительно некоторой неподвижной оси и малые нестационарные колебания под действием произвольно распределенной нагрузки, пропорциональной неизвестной финитной функции времени. Уравнения движения системы записываются в нормальных координатах, которые задают собой собственные формы колебаний свободной по углу поворота системы. При этом конечный поворот системы как абсолютно твердого тела представлен собственной формой с нулевой частотой. Ставится условие, чтобы в конце поворота системы на заданный угол за заданное время гасились упругие колебания по нескольким низким собственным формам. Незвестная управляющая функция (закон управления) ищется на рассматриваемом интервале времени в виде ряда по.

18.03-01.19 Невязкий аналог задачи Пуазейля. *Коптев А.В. Вестник РУДН. Серии Математика. Информатика. Физика.* 2018, 26, № 2, с. 140-154. Рус.

Рассмотрена плоская задача об установившемся движении идеальной несжимаемой жидкости в канале между двумя параллельными плоскостями под действием заданного перепада давления. Задача рассматривается в декартовых координатах. Постановка аналогична известной задаче Пуазейля с той лишь разницей, что вместо вязкой жидкости рассматривается идеальная. В качестве граничных условий на стенках канала задается условие непротекания, так что вектор скорости параллелен ограничивающим поверхностям. Перепад давления задается, как некоторая положительная величина. Для решения задачи предложен подход, основанный на использовании первого интеграла уравнений Эйлера при сохранении нелинейных членов. Для случая 2D установившегося движения несжимае-

мой жидкости представлен вывод определяющих соотношений. Решения уравнений для основных гидродинамических характеристик найдены аналитически в виде разложения по степеням декартовых координат. Для определения коэффициентов разложения при некоторых значениях определяющих параметров использованы стандартные программы пакета Maple. В результате получены выражения для основных гидродинамических характеристик и исследованы их особенности. В частности, выявлены зоны возвратных движений и зоны интенсивного вихревого движения.

18.03-01.20 Применение метода конечных разностей во временной области для моделирования распространения ультразвука. *Драчёв К.А., Римлянд В.И. Вестник Тихоокеанского гос. ун-та.* 2018, № 1, с. 15-22. Рус.

Приведено описание программного комплекса для построения акустических полей в двух и трехмерном пространстве на основе метода конечных разностей во временной области. Приведены примеры численного моделирования и сравнение с результатами реального эксперимента. Получено хорошее совпадение для волновых фронтов и скоростей различных типов волн. Показана высокая эффективность разработанного программного комплекса и возможности его интерфейса.

Отражение, дифракция и рефракция волн

18.03-01.21 Два подхода к решению скалярной задачи дифракции на плоской дупериодической решетке из тел вращения, расположенной в жидком слое. *Манинков С.А. Известия Саратовского государственного университета. Новая серия. Серия: Физика.* 2018, 18, № 1, с. 46-63. Рус.

На основе модифицированного метода дискретных источников (ММДИ) разработаны две методики решения скалярной трехмерной задачи рассеяния на плоской решетке, состоящей из импедансных тел вращения, расположенной в жидком слое. В работе предложен эффективный алгоритм нахождения периодической функции Грина, учитывающий слоистый характер среды. Выполнено сравнение результатов, полученных при помощи обеих методик. Для тестирования метода проведено сравнение угловой зависимости диаграммы рассеяния вытянутого суперэллипсоида вращения, полученной при помощи ММДИ и метода диаграммных уравнений. Для проверки сходимости метода построена невязка краевого условия на контуре осевого сечения центрального элемента решетки, состоящей из сплюснутых абсолютно мягких сферидов. Проведена проверка точности выполнения закона сохранения энергии для разных геометрий элементов решетки. Продемонстрирована высокая точность получаемых результатов. Приведены численные результаты для различных геометрий элементов решетки для двух значений импеданса на поверхности элементов решетки. Показано существенное отличие поведения частотных зависимостей коэффициентов отражения и прохождения решетки, расположенной в плоскостной среде, от зависимостей данных величин для решетки, расположенной в свободном пространстве.

18.03-01.22 Масштабный эффект дифракции взрывной волны в воздухе на типовой преграде. *Косяков С.И., Самоваров А.Н., Васильев Н.Н. Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму.* 2018, № 5-6, с. 17-24. Рус.

18.03-01.23 Моделирование непрерывно-неоднородного покрытия упругого шара системой однородных упругих слоев в задаче рассеяния звука. *Толоконников Л.А. Прикл. мат. и мех.* 2017, 81, № 6, с. 699-707. Рус.

На основе аналитических решений задач о дифракции плоской звуковой волны на однородном упругом шаре с дискретно-слоистым и непрерывно-неоднородным покрытиями проведены расчеты диаграмм направленности рассеянного поля. Показано, что радиально-неоднородное покрытие можно моделировать системой однородных упругих слоев. Для линейных законов неоднородности определено число однородных слоев в дискретно-слоистом покрытии, обеспечивающее совпадение с заданной точностью диаграмм направленности тел с дискретно-слоистым и непрерывно-неоднородным покрытиями.

18.03-01.24 Численное моделирование отражения акустической волны от вращающегося лопаточного венца. Шуваев Н.В., Ситер А.А., Большагин Н.Н., Колегов Р.Н. *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Аэрокосмическая техника.* 2018, № 52, с. 5-15. Рус.

Взаимодействие звуковых волн с лопаточной машиной представляет собой важную задачу, поскольку возникающие внутри турбомашин звуковые колебания могут существенно усиливаться и приводить к поломкам. Правильное предсказание отражательных свойств лопаточного венца позволит определять возможность резонансных процессов в проточной части двигателя. Цель работы — определение коэффициента отражения звуковой волны от вращающегося лопаточного венца, анализ влияния выбора шага по времени и частоты вращения ротора. В работе выполнено численное моделирование распространения акустической волны по тракту двигателя и её отражения от вращающегося лопаточного венца. В качестве объекта исследования выступает изолированное рабочее колесо с лопатками NASA Rotor 67. Расчеты проведены в ПК ANSYS Fluent. Для определения коэффициента отражения были выбраны две разнесенные по оси двигателя точки на 90% высоты проточной части. Для определения коэффициента отражения использовался метод передаточной функции. Проведено исследование влияния выбора шага по времени, показана достаточность выбранного шага. Обнаружена линейная зависимость коэффициента отражения от частоты вращения ротора, справедливая для всех режимов, кроме максимального (всего рассчитано 5 режимов). Причиной отклонения результатов на максимальном режиме может быть появление скачка уплотнения в межлопаточном канале на данном режиме. Для нестационарных расчетов использованы постановки 360° и один сектор периодичности. При использовании модели 360° получена возрастающая зависимость коэффициента отражения от частоты вращения ротора, для модели с одним сектором периодичности получена убывающая зависимость. Выявленные отличия требуют проведения дальнейших исследований, но могут служить доводом в пользу применения для подобных расчетов постановок с моделированием колеса целиком, несмотря на значительную экономно вычислительных ресурсов по сравнению с моделями с одним сектором.

18.03-01.25 Дифракция звуковых импульсов на сфере в плоскостойком волноводе с градиентным слоем. Григорьева Н.С., Кадыров С.Г., Курьянов М.С. *Акустический журнал.* 2018, 64, № 3, с. 275-282. Рус.

Учет вертикального распределения скорости звука в задачах распространения звука в волноводах и в задачах рассеяния имеет исключительно важное значение. В статье моделируется импульсный эхо-сигнал, отраженный от сферического рассеивателя, находящегося в волноводе, скорость звука в котором возрастает с глубиной. Рассматривается простейшая модель среды, когда рассеиватель, а также источник/приемник находятся в слое с постоянной скоростью звука. Ниже этого слоя скорость звука возрастает с глубиной, причем квадрат показателя преломления меняется по линейному закону. Для вычисления коэффициентов рассеяния сферы используется метод нормальных волн. Число нормальных волн, формирующих эхо-сигнал, определяется заданной направленностью источника. Моделирование проведено в диапазоне частот 70–90 кГц при расстояниях между рассеивателем и источником/приемником 500–1000 м. Излученный сигнал представляет собой импульс с косинусоидальной огибающей и центральной частотой 80 кГц.

Стоячие волны, резонанс, нормальные моды

18.03-01.26 Исследование влияния геометрии резонатора гельмгольца на присоединенную длину горла. Ветошко Р.А., Марфин Е.А., Гаврилов А.Г. *Инженерная физика.* 2018, № 4, с. 12-19. Рус.

Исследовалось влияние формы камеры резонатора Гельмгольца на величину присоединенной длины горла (концевую поправку). Экспериментально определялась частота собственных колебаний резонатора и по ней вычислялась величина присоединенной длины горла. Определено влияние длины и диа-

метра горла на величину присоединенной длины для сферической, цилиндрической и кубической форм камеры резонатора. Установлена линейная зависимость величины концевой поправки для резонаторов со сферической и цилиндрической формами камеры от диаметра горла и отсутствие зависимости от его длины. Наблюдается линейная зависимость концевой поправки для резонатора с кубической формой камеры от произведения длины горла на его диаметр.

18.03-01.27 Электрическое управление частотами акустического резонатора Фабри—Перо. Балакшиев В.И., Магдич Л.Н., Манцевич С.Н. *Известия РАН. Серия физическая.* 2018, 82, № 1, с. 526-531. Рус.

Теоретически и экспериментально исследован эффект электрической перестройки частоты акустических резонансов акустооптического модулятора, предназначенного для активной синхронизации мод лазера. В приближении плоских акустических волн решена задача возбуждения акустического резонатора Фабри—Перо пластинчатым пьезоэлектрическим преобразователем с учетом реальных параметров ВЧ-генератора и элементов согласования преобразователя с генератором. Получены выражения для основных электрических и акустических характеристик. Проведенный теоретический анализ подтвердил существование ранее экспериментально обнаруженного эффекта сдвига частоты акустических резонансов при изменении согласующих электрических элементов. В эксперименте использовалась акустооптическая ячейка из кварца с преобразователем из ниобата лития.

18.03-01.28 Колебательная неустойчивость слоя жидкости со свободной деформируемой поверхностью. Самойлова А.Е., Паршакова Я.Н. *Вестник Пермского университета. Серия: Физика.* 2018, № 1, с. 73-80. Рус.

Задача об устойчивости неоднородно нагретого слоя жидкости со свободной поверхностью рассматривается за рамками традиционного приближения Буссинеска с целью выяснения механизма развития ранее обнаруженной новой моды колебательной неустойчивости. Данная мода, возникающая в отсутствие термокапиллярного эффекта и гравитации существенно связана с деформируемостью свободной поверхности и тепловым расширением жидкости. В ходе настоящего исследования проведен асимптотический анализ устойчивости слоя невязкой жидкости. Сопоставление данных аналитических результатов с ранее полученными численными результатами позволило судить об основном механизме развития новой колебательной моды неустойчивости. Проведено также прямое численное моделирование течений при неоднородном нагреве слоя жидкости в условиях невесомости и отсутствия термокапиллярного эффекта. Данные о полях скорости и форме свободной поверхности жидкости подтверждают возникновение колебательного режима течения в жидкости. Сделан вывод о том, что к развитию неустойчивости приводит эффект растекания жидкости от более нагретых мест к менее нагретым на деформированной из-за капиллярных волн поверхности.

Волноводы, волны в трубах и направляющих системах

18.03-01.29 Исследование возбуждения упругих волн в акустическом волноводе. Кальщиков А.А. *Вестн. МЭИ.* 2018, № 2, с. 129-134. Рус.

Большое внимание уделяется акустическим колебаниям, распространяющимся в плоскостойких структурах, которые являются акустическими волноводами. В качестве примера подобных задач электроакустики могут выступать незаметная (с точки зрения радиоразведки) передача данных, скрытая прослушка, обеспечение связи с потерпевшими при спасательных операциях на затонувших подводных лодках или горных завалах. Рассмотрена задача возбуждения упругих волн в прямоугольном акустическом волноводе. Приведены результаты расчета акустических полей, основанного на суперпозиции распространяющихся волновых мод. Поскольку акустические волны могут быть как поперечными, так и продольными, то решение задачи распространения упругих волн является более сложной, чем решение тех же проблем в электромагнитной области. Однако большое сходство уравнений, описывающих физические

явления, позволяет применить к акустическим задачам решения из электродинамической области. Акустический волновод в виде упругой пластины аналогичен электродинамической системе в виде волновода с металлическими стенками. Имеет место подобие граничных условий для идеального проводника и свободной поверхности упругого тела. В обоих случаях волны за границы волновода не проникают. Следствием является характерный закон дисперсии для волн, у которых вектор смещения или напряженности поля ориентирован вдоль поверхности раздела. Построена математическая модель, описывающая акустические поля, проведено численное моделирование в пакете «MultyPhys» фирмы «Comsol». Для проверки результатов численного моделирования и теоретического расчета выполнены экспериментальные исследования с использованием разработанного программно-аппаратного комплекса. Распределения акустических полей на поверхности волновода измеряют с помощью электроакустического преобразователя, который подключается через звуковую карту к персональному компьютеру. Поскольку работа проходит на частотах звукового диапазона, это позволяет использовать возможность звуковой карты для оцифровки сигнала, выделения полезных параметров и дальнейшей обработки без лишних финансовых затрат.

18.03-01.30 Применение теории обратимых разрывов для исследования уравнений, описывающих волны в трубах с упругими стенками. Вагодин И.Б. Прикл. мат. и мех. 2017. 81, № 5, с. 593-609. Рус.

Исследуются уравнения, описывающие распространение волн в трубах с упругими стенками, разрабатываются методы их расчета, анализируются решения, содержащие обратимые структуры разрывов, в случае заполнения трубы жидкостью. Осуществлено обобщение модели трубы с упругими стенками, построенной на базе полной модели мембраны и нелинейной теории упругости. Учтена вязкость и сжимаемость материала, возможность наполнения трубы газом, жесткость стенок трубы на изгиб. В случае заполнения трубы жидкостью численно решена задача о распаде произвольного разрыва. Полученные результаты соответствуют ранее разработанной теории обратимых разрывов. Для случаев заполнения трубы жидкостью и газом выведены упрощенные гиперболические уравнения длинных волн, а также уравнения для волн малой амплитуды без учета продольных упругих волн, сходные с уравнениями Буссинеска. Анализируется возможность опрокидывания волн. Разработана методика коррекции численных схем посредством добавления в уравнения членов с производными высокого порядка, порядок аппроксимации численной схемы при этом не меняется, что позволяет проводить расчеты с низкой схемной диссипацией.

Излучение источников, импеданс, картины полей

18.03-01.31 Численное моделирование ближнего акустического поля бесконечной пластины, возбуждаемой сосредоточенной силой. Румянцев К.А. Труды Крыловского государственного научного центра. 2018, № 1-1, с. 103-108. Рус.

Численное моделирование процессов излучения звука упругими телами является актуальной задачей при разработке средств акустической защиты (САЗ), акустических преобразователей, а также при снижении уровней шума машин и механизмов. При решении данных задач широкое распространение получил метод конечных элементов (МКЭ). В связи с этим представляет интерес оценка достоверности полученных этим методом решений. Целью работы является сопоставление результатов, полученных с помощью МКЭ, и аналитического решения для известной задачи об излучении звука упругой бесконечной пластиной (аналитическое решение опубликовано ранее). Выполнен расчет поля комплексного акустического давления вблизи пластины с помощью аналитических и численных моделей. Рассчитаны значения поля комплексного акустического давления вблизи пластины. Выполнено сравнение результатов, полученных методом конечных элементов и с помощью аналитического уравнения. Результаты численного моделирования и аналитического

расчета хорошо согласуются между собой, что подтверждает возможность применения метода конечных элементов для моделирования процессов излучения звука упругими телами.

18.03-01.32 Воссоздание источника звука на гибкой пластине, поддерживаемой полостью, с использованием метода эквивалентного источника. Nagaraja Ja., Venkatesham B. Noise Theory and Practice (Электронный реферат). 2018. 4, № 1, с. 5-17. Рус.

Для исследования контроля шума необходима характеристика звукового излучения тонких гибких конструкций, которые ограждают источники звука. Это включает конструктивно-акустическую связь между гибкой конструкцией и акустической полостью. Целью настоящего исследования является воссоздание источника звука на несвязанных и связанных частотах с использованием метода эквивалентного источника (ESM) для прямоугольной коробки с одной упругой стенкой. Данные для воссоздания генерируются на основе численного моделирования вместо фактических измерений. Обсуждается влияние регуляризации и соотношения сигнал/шум (SNR) на точность воссоздания. Разработана численная модель для понимания явления связи между конструктивной и акустической подсистемами.

18.03-01.33 Акустическое поле излучения активных концентраторов на основе пьезопластин в виде поверхностей второго порядка. Борисов В.И., Сергеев С.С., Новиков В.А., Прокопенко Е.Н. Вестн. Белор.-Рос. ун-в. 2018, № 1, с. 104-111. Рус.

Методом численного анализа рассчитано акустическое поле излучения фокусирующих акустических преобразователей на основе круглых пьезопластин в виде сегментов поверхностей сферы, параболоида, гиперboloида и эллипсоида вращения. Показано, что наиболее эффективным концентратором акустической энергии в фокусе является пьезопластина в виде параболоида вращения. Акустические поля пьезопреобразователей на основе параболоидных и сферических пьезопластин имеют схожие закономерности, заметно отличающиеся от закономерностей акустических полей, формируемых пьезопластинами в виде эллипсоида и гиперboloида вращений, которые излучают почти идентичные акустические поля.

18.03-01.34 Численное исследование переходного режима обтекания цилиндра и генерации звука. Цай Ц., Пан Ц., Крыжановский А., Е.Ш. Теплофиз. и аэромех. 2018, № 3, с. 343-360. Рус.

С помощью метода крупных вихрей LES рассчитывается пространственное турбулентное обтекание цилиндра несжимаемой жидкостью при числе Маха.

18.03-01.35 Эволюция акустического излучения ансамбля вихревых колец в воздухе. Черкасоев Д.Ю., Шуваев Ф.В. Вестник МГУ. Серия 3: Физика. Астрономия. 2018, № 2, <http://vnu.phys.msu.ru/toc/2018/2>. Рус.

Исследована эволюция акустического излучения от ансамбля вихревых колец в воздухе на основе нестационарных уравнений Навье—Стокса. Используются разложения искомых функций в ряд по степеням начальной завихренности, которая считается малой величиной. Система уравнений Навье—Стокса сводится к параболической системе с постоянными коэффициентами при старших производных. Задача ставится следующим образом. Завихренность определена внутри тороида при $t = 0$. Остальные параметры газа полагаются постоянными во всем пространстве в начальный момент времени. Решение выражается через кратные интегралы, которые рассчитываются с помощью сеток Коробова. Исследованы колебания плотности. Результаты показывают, что спектр частот зависит от времени. А именно, при малых временах наблюдаются высокочастотные колебания. Затем появляются низкочастотные колебания. В то же время амплитуда высокочастотных колебаний уменьшается по сравнению с низкочастотными. Таким образом, происходит переход энергии от высокочастотного спектра к низкочастотному. Представленные результаты могут быть полезны для изучения для моделирования затухающей сеточной турбулентности.

18.03-01.36 Векторно-скалярные характеристики

акустического поля в ближней зоне вибрирующей пластины. *Глебова Г.М., Жбанков Г.А., Харагашиян А.М., Селезнёв И.А. Гидроакустика. 2015, № 21, с. 37-45. Рус.*

Характеристики векторно-скалярного акустического поля вибрирующей пластины получены с использованием двух подходов. Первый — строгий теоретический расчет вибрационных и акустических полей зависит от физических и геометрических параметров пластины и окружающей среды. Во втором полагается, что шум создается совокупностью случайных источников, распределенных по поверхности пластины. Показано, что энергетические и пространственно-корреляционные характеристики акустического поля шумов, рассчитанные с использованием двух подходов, идентичны. Модель случайных источников упрощает расчеты и может использоваться при проектировании векторно-скалярных приемных систем, устанавливаемых на борту носителя. В работе приводятся экспериментальные характеристики шумов, образованные вибрирующей пластиной, которые совпадают с теоретически рассчитанными параметрами векторно-скалярного акустического поля помех.

18.03-01.37 Технология производства пьезокерамических элементов, обладающих улучшенной временной и температурной стабильностью. *Барышев Д.А., Добромыслова Е.В., Супрунова В.И. Гидроакустика. 2015, № 24, с. 28-37. Рус.*

Описана технология производства пьезокерамических элементов, обладающих улучшенной временной и температурной стабильностью для высокоэффективных гидроакустических преобразователей и антенн. Преимущества разработанных элементов позволяют использовать и транспортировать пьезокерамические изделия в условиях отрицательных температур.

18.03-01.38 Направленность излучения вибрирующей пластины в ближней зоне. *Глебова Г.М., Жбанков Г.А., Харагашиян А.М., Селезнёв И.А. Гидроакустика. 2016, № 28, с. 10-19. Рус.*

Направленность акустического поля помех, которое создается вибраторами на экспериментальном макете, сравнивается с теоретически рассчитанной направленностью излучения в ближней зоне. Теория расчета вибрационных и акустических полей разработана для пластин, инженерная конструкция которых наиболее точно описывает реальные объекты и соответствует пластинам конечных размеров, закрепленных по краям. Экспериментальные измерения выполняются при синхронной работе вибраторов под воздействием гармонических или широкополосных непрерывных сигналов, а также при асинхронной работе вибраторов под воздействием широкополосных импульсных сигналов. Рассматриваемый вопрос связан с практическим использованием полученных результатов при проектировании эффективных алгоритмов подавления шумов носителя.

18.03-01.39 О частотах резонанса и антирезонанса пластинчатого пьезокерамического преобразователя, рассматриваемого с точки зрения согласования с генераторным устройством. *Коновалов С.И., Кузьменко А.Г. Дефектоскопия. 2018, № 6, с. 17-22. Рус.*

Изучены вопросы, связанные с понятиями резонансной и антирезонансной частот для пьезокерамической пластины, односторонне нагруженной на воду. Рассматриваемой характеристикой данного преобразователя является входной электрический импеданс. Численно-расчетным путем исследованы зависимости резонансной и антирезонансной частот от квадрата коэффициента электромеханической связи пьезоактивного материала. Проведены некоторые сравнения результатов данной работы и задачи определения соответствующих частот для условия получения максимальной колебательной скорости на излучающей грани пьезопластины.

18.03-01.40 Моделирование и конечно-элементный анализ преобразователя из пористой пьезокерамики в форме диска с плосковогнутой поверхностью. *Наседкин А.В., Наседкина А.А., Рыбьянец А.Н. Дефектоскопия. 2018, № 6, с. 23-31. Рус.*

Проведено исследование дискового пьезопреобразователя с одной плосковогнутой поверхностью. Специфическая форма конструкции придает преобразователю большую гибкость и

повышает его эффективность аналогично известным излучателям типа Cymbal и Moonie. Для анализа преобразователя использованы конечно-элементные технологии и программный комплекс ANSYS. Изучено влияние пористости пьезокерамического материала преобразователя на его рабочие характеристики в статическом режиме и в режимах установившихся колебаний. В проведенных расчетах для учета пористости пьезокерамики использованы данные вычислительных экспериментов по решению задач гомогенизации методами эффективных модулей и конечных элементов.

18.03-01.41 Разрешение шумовых источников. *Кузькин В.М., Пересёлков С.А., Казначеев И.В., Ткаченко С.А. Вестник Воронежского гос. ун-та. Сер. Физика. Математика. 2018, № 1, с. 5-24. Рус.*

Рассмотрена возможность использования интерферометрического метода для разрешения шумовых источников различной интенсивности на фоне изотропной помехи в океаническом волноводе. Предложенный метод основан на двукратном преобразовании Фурье интерференционной картины, формируемой во время движения шумового источника в океаническом волноводе. Представлены результаты численного эксперимента разрешения трех шумовых на фоне изотропной помехи. Вычислительный эксперимент реализован на основе интерферометрического метода локализации источника с использованием векторно-скалярных приемников. Выполнен сравнительный анализ точности определения координат источника: пеленга, радиальной скорости, удаленности, глубины. Разрешающая способность рассматривается как возможность отдельного обнаружения и идентификации каждого источника. В качестве критерия разрешающей способности принимается точность, с которой координаты каждого источника определяются при наличии других источников на фоне помехи.

18.03-01.42 Способы изменения формы диаграммы направленности фазированной антенной решетки миллиметрового диапазона. *Парфенов В.И., Струков И.Ф., Кунаева Н.А., Струков К.А., Савотченко С.Е. Вестник Воронежского гос. ун-та. Сер. Физика. Математика. 2018, № 1, с. 35-43. Рус.*

Габаритные размеры антенн, применяемых в телекоммуникационных системах, существенно зависят от длины волны (частотного диапазона) принимаемых сигналов. Стремление к уменьшению размеров антенн предполагает работу в сантиметровом и миллиметровом диапазонах длин волн. При этом важное значение имеет возможность трансформации формы диаграммы направленности таких антенн. Такая трансформация была проделана в данной работе: на основе теоретического анализа определены способы подавления аномальных боковых лепестков диаграмм направленности. Экспериментальным путем, с помощью специально разработанного измерительного стенда, была подтверждена возможность использования подобных способов трансформации диаграммы направленности в миллиметровом диапазоне: путем перехода разреженных решеток в заполненные, путем изменения размера излучающих элементов, а также путем перехода от эквидистантных решеток к неэквидистантным.

18.03-01.43 Влияние геометрических и физических параметров на резонансные частоты ультразвуковых колебаний системы упругих и пьезоэлектрических элементов. *Скалицуа А.С., Герасименко Т.Е., Оганесян П.А., Соловьева А.А. Вестник Донского гос. техн. ун-та. 2017, № 4, с. 5-13. Рус.*

Введение. Исследованы резонансные частоты продольных колебаний системы, состоящей из цепочки разных по геометрическим и физическим параметрам элементов: пьезокерамического, упругих и акустического. Проведено сравнение результатов в пакетах COMSOL и ACELAN. Оценена зависимость значения первой собственной частоты от геометрических параметров. Исследовано влияние динамической вязкости на АЧХ продольных колебаний. Материалы и методы. Для исследования выбрана система упругих и акустических элементов, позволяющая описывать работу ультразвукового режущего устройства. Возбудителем колебаний выступает пьезокерамический преобразователь, совершающий колебания по толщине. Кон-

центратор колебаний и стержневой элемент принимаются в качестве упругих элементов и выполнены из нержавеющей стали. Имитатором режущего элемента выступает акустическая жидкость. Проведен модальный и гармонический анализ сложной системы, состоящей из разных по физическим свойствам элементов. Результаты исследования. Построены осесимметричная и трехмерная конечноэлементные модели исследуемой системы. Для центратора колебаний предложены различные виды кривизны и толщины звена с изменяемой формой поверхности. Получены первые собственные частоты продольных колебаний стержневого элемента, контактирующего с акустической жидкостью. Установлено хорошее согласие с результатами работы конечноэлементного пакета ACELAN. Получены амплитудно-частотные характеристики колебаний концевой части вблизи первой резонансной частоты. Отмечено, что вязкость акустической среды мало влияет на амплитуду колебаний упругого стержня и совсем не влияет на резонансную частоту. Обсуждение и заключения. Гармонический и модальный анализ показал, что высокочастотные продольные колебания стержневого элемента значительно зависят от тангенса угла потерь упругих элементов и слабо зависят от вязкости контактирующей акустической среды. Полученные результаты могут представлять интерес при конструировании ультразвуковых режущих медицинских приборов.

Численные методы, компьютерное моделирование

18.03-01.44 О сильной монотонности двухслойной по времени схемы КАБАРЕ. *Остапенко В.В. Мат. моделир.* 2018. 30, № 5, с. 5-18. Рус.

Введено понятие сильной монотонности двухслойной по времени схемы КАБАРЕ. Оно предполагает, что разностная схема при переходе с одного временного слоя на другой не увеличивает число обобщенных локальных экстремумов в разностном решении. Предложена специальная модификация двухслойной по времени схемы КАБАРЕ, обладающая свойством сильной монотонности. Приведены тестовые расчеты, иллюстрирующие данное свойство модифицированной схемы КАБАРЕ.

18.03-01.45 Построение лимитера для разрывного метода Галеркина на основе усреднения решения. *Ладонкина М.Е., Неклюдова О.А., Тшишкин В.Ф. Мат. моделир.* 2018. 30, № 5, с. 99-116. Рус.

При численном решении гиперболических систем уравнений хорошо зарекомендовал себя метод Галеркина с разрывными базисными функциями. Однако для обеспечения монотонности решения, полученного данным методом, необходимо использовать сглаживающий оператор, в особенности в том случае, если решение содержит сильные разрывы. В данной работе рассмотрены хорошо зарекомендовавший себя сглаживающий оператор на основе WENO-реконструкции и сглаживающий оператор нового типа на основе усреднения решений, учитывающий скорость изменения решения и скорость изменения его производных. Проведено сравнение действия данных лимитеров при решении серии тестовых задач. Показано, что применение предложенного сглаживающего оператора, не уступает действию WENO-лимитера, а в некоторых случаях превосходит по точности получаемого решения, что подтверждено численными исследованиями.

18.03-01.46 Упрощенный алгоритм численного решения уравнений движения жидкости. *Кузнецов В.А. Инженерно-физический журнал.* 2018. 91, № 3, с. 694-700. Рус.

Предложен алгоритм численного решения дифференциальных уравнений для скорости и давления на разнесенной сетке, обеспечивающий безусловную сходимость итераций с уравнением для поправки давления и без него.

См. также **18.03-01.20**

Аналогии

18.03-01.47 Об одном новом методе электроакустического преобразования. теория, основанная на электрокинетических явлениях. Ч. I. Гидродинамический

аспект. *Сергеев В.А., Шарфарец Б.П. Науч. приборостр.* 2018. 28, № 2, с. 25-35. Рус.

В качестве основной физической модели нового вида электроакустического преобразования предлагается использовать теорию такого электрокинетического явления, как электроосмос. Приводятся основные детали теории преобразования и связанных с ним гидродинамических и электрических параметров. Рассматривается гидродинамика стационарного электроосмотического движения жидкости в капилляре. Приводятся выражения для скоростей потоков в условиях наличия суммарного течения двух потоков: течения Пуазейля и электроосмотического течения. Приводится также обобщение гидродинамики электроосмотического потока на произвольную капиллярно-пористую среду. Акустические аспекты теории предполагается рассмотреть во второй части настоящей работы.

18.03-01.48 Об одном новом методе электроакустического преобразования. теория, основанная на электрокинетических явлениях. Ч. II. Акустический аспект. *Сергеев В.А., Шарфарец Б.П. Науч. приборостр.* 2018. 28, № 2, с. 36-44. Рус.

Предложены необходимые уравнения и краевые условия для описания акустических полей, вызываемых электрокинетическими явлениями: наличием двойного электрического и приложенного электрического поля, являющегося суммой постоянного поля и электрического поля, несущего акустическую информацию. Уравнения рассматриваются для вязкой несжимаемой и сжимаемой жидкостей при условии расчета соответственно гидродинамики стационарного электроосмотического процесса и акустического процесса. Из полученных выражений видно, что процессы, происходящие при акустическом электроосмосе, имеют как много общего, так и содержат некоторые отличия от процессов классического электроосмоса. Разработанная в работе физическая модель и полученные соответствующие математические выражения позволяют рассчитывать акустические характеристики излучателя, основанного на наличии электрокинетических явлений, и оптимизировать его устройство. Полученные результаты могут использоваться в научном приборостроении.

Методы измерений и инструменты

18.03-01.49 Методологические основы исследования поперечных колебаний валопроводов судов с учетом износа дейдвудных подшипников. *Мамонтов В.А., Миронов А.И., Халаявкин А.А., Чаплыгин В.А. Вестник Астраханского гос. технического ун-та. Сер.: Морская техника и технология.* 2011, № 2, с. 134-137. Рус.

Разрабатывается методика исследования поперечных колебаний валопровода. Учитывается реальная длина дейдвудных подшипников и возможный отрыв вала от подшипника в процессе колебаний.

18.03-01.50 Экспериментальная установка для исследования поперечных и продольных колебаний валопроводов судов. *Халаявкин А.А., Комаров М.П., Мамонтов В.А., Саламех А.Х. Вестник Астраханского гос. технического ун-та. Сер.: Морская техника и технология.* 2012, № 2, с. 41-44. Рус.

Описана конструкция и принцип действия экспериментальной установки для исследования поперечных и продольных колебаний валопроводов судов. Установка позволяет оценить влияние длины, жесткости и величины износа дейдвудных подшипников на эксплуатационные характеристики валопроводов судов.

18.03-01.51 Об определении места шумящего объекта в векторно-фазовых характеристиках акустического поля. *Бакланов Е.Н., Стародубцев П.А., Халаев Н.Л., Москаленко Э.В. Двойные технологии.* 2018, № 1, с. 27-32. Рус.

Рассматриваются методы определения местоположения источника звука на примерах различных ситуаций с применением различных подходов. По результатам полученного технологического анализа отмечается, что стандартные методы определения местоположения источника звука в морской сре-

де, по результатам измерения порождаемого им поля давления могут быть заменены на одноэлементные приемники измерения и анализа гидродинамических параметров, содержащихся в векторно-фазовых характеристиках поля в точке приема, что оптимистически позволяет смотреть на перспективы развития современных систем освещения подводной обстановки.

18.03-01.52 Определение скорости продольной ультразвуковой волны в изотропном однородном сварном соединении по экосигналам, измеренным двумя антенными. *Базулин Е.Г., Садыков М.С. Дефектоскопия.* 2018, № 5, с. 3-15. Рус.

Предложен метод определения скорости продольной ультразвуковой волны в однородном сварном соединении, основанный на сравнении измеренных и рассчитанных экосигналов, отраженных от дна объекта контроля, при использовании двух антенных решеток на призмах, работающих в режиме двойного сканирования. Проанализировано влияние на точность расчета скорости волны в сварном соединении ошибки задания параметров: расстояния между антенными решетками, толщины объекта контроля и прочих. Приведены результаты численных и модельных экспериментов по расчету скорости волны в сварном соединении. С помощью разработанного метода в модельном эксперименте удалось измерить скорость продольной волны в модели сварного соединения с погрешностью менее 0,7%. Предложенный метод может быть использован для нахождения начального приближения в нелинейной обратной задаче томографической диагностики сварных соединений в волновом приближении.

18.03-01.53 Идентификация параметров кратковременной ползучести органического стекла на основе исследования затухающих изгибных колебаний тест-образцов. *Паймушин В.Н., Фирсов В.А., Шиликин В.М. Прикладная механика и техническая физика.* 2018, 59, № 3, с. 155-168. Рус.

Разработана методика идентификации наследственных свойств в условиях кратковременной ползучести органического стекла по экспериментальному смещению центра затухающих изгибных колебаний вертикально закрепленных тест-образцов после их предварительной выдержки в статическом изогнутом состоянии. Методика основана на использовании метода конечных элементов и интегральных уравнений теории наследственной вязкоупругости с ядром наследственности Колтунова—Ржаницына. Для идентификации реологических параметров указанного ядра построена целевая функция, для нахождения минимума которой используется метод прямого поиска, не требующий вычисления ее градиента. Получена усредненная на основе данных для нескольких тест-образцов временная зависимость ядра наследственности органического стекла.

18.03-01.54 Применение датчика волнового фронта Шэка—Гартмана для контроля параметров сверхзвуковой газовой струи. *Трунов В.И., Губин К.В., Иванова К.А., Полещук А.Г., Седужин А.Г., Черкашин В.В. Автометрия.* 2018, 54, № 1, с. 24-30. Рус.

Представлены результаты экспериментального исследования распределения плотности в малоразмерной (диаметр 1–2 мм) сверхзвуковой газовой струе в вакууме. Измерения проведены с помощью разработанного датчика волнового фронта Шэка—Гартмана, состоящего из микролинзовой матрицы с числом элементов 100×100 и видеокамеры форматом 2048×2048 пикселей. Дан анализ достоверности результатов измерений по пространственной и временной разрешающим способностям, а также по минимальным уровням изменений фазы, вносимых тестируемым объектом.

18.03-01.55 Определение размеров дефектов при ультразвуковом контроле литых корпусных деталей. *Давыдов М.Н., Белыева К.О., Ткаченко Ю.С. Вестник Воронежского гос. технич. ун-та.* 2018, 14, № 2, с. 132-137. Рус.

Рассмотрен метод определения фронтальных и реальных размеров образов дефектов при ультразвуковом контроле корпусов магистральных нефтяных насосов из стали марки 20ГЛ с применением дефектоскопа с цифро-фокусированными антенными решетками. Описаны факторы, которые усложняют и

в некоторых случаях делают невозможным классический ультразвуковой контроль одноэлементным преобразователем узлов деталей рассматриваемого типа. Представлено применяемое оборудование, строение антенной решетки, принцип работы и его настройка по стандартному образцу предпритягива. Найдены максимально допустимые фронтальные размеры образов дефектов. Рассмотрена зависимость фронтальных размеров образов дефектов от глубины их залегания в изделии. По полученным данным построен график зависимости фронтального размера образа от глубины залегания. С помощью этого графика возможно определить максимально допустимые размеры образов дефектов для промежуточной глубины, исключая расчеты. Проведена апробация исследований, описан самый распространенный дефект в рассматриваемом изделии — «рыхлота», его визуальный образ при ультразвуковом контроле с применением цифро-фокусированных антенных решеток. Выведена формула определения размеров дефектов при контроле литых корпусов магистральных нефтяных насосов, изготовленных из стали марки 20ГЛ.

18.03-01.56 Исследование методик определения констант поляризованной пьезокерамики (Часть II). *Мадорский В.В. Вестник Донского гос. технич. ун-та.* 2017, 17, № 4, с. 14-21. Рус.

Введение. Статья посвящена определению полного набора всех десяти электроупругих модулей поляризованной керамики, который необходим для анализа работы пьезокерамических чувствительных элементов различных приборов при численном решении краевых задач методом конечных элементов. Целью работы является создание нового метода определения констант пьезокерамических материалов, основанного на измерении частот резонансов и первых низкочастотных антирезонансных частот только на одном образце в виде кольца. Материалы и методы. Предложен новый метод определения полного набора упругих, пьезоэлектрических, диэлектрических модулей поляризованной пьезокерамики. При этом используется только один образец. Метод определения констант керамики основан на измерении резонансных частот и первого низкочастотного антирезонанса для элемента в виде кольца с осевой поляризацией. Первые семь констант, кроме сдвиговых, измеряют для кольца с электродами на торцах. Сдвиговые модули измеряют на том же кольце, но с новыми электродами на боковых цилиндрических поверхностях. Старые электроды на торцах удаляются. Для проверки корректности методики используется программа ANSYS, реализующая метод конечных элементов. Результаты исследования. Для пьезокерамики PZT 4 приведен полный набор констант, определенных новым методом — с использованием только одного образца. Погрешность определения констант, как правило, не превышает 1. Обсуждение и заключения. Приведены результаты исследований нового обоснованного численного метода и алгоритма определения полного набора совместимых материальных констант пьезокерамики на одном образце в виде кольца с различными электродами. Достоинство данного метода — для определения полного набора модулей пьезокерамики используется только один образец. В других методах измеренные модули пьезокерамики не являются совместимыми в силу того, что частоты резонансов и антирезонансов измеряются на трех различных по геометрии и степени поляризации образцах.

18.03-01.57 Изменение скорости ультразвука при водородном охрупчивании высокохромистой стали. *Баранникова С.А., Лунёв А.Г., Малиновский А.П., Зуев Л.Б. Вестник Томского гос. архитектурно-строительного ун-та.* 2018, 20, № 1, с. 187-196. Рус.

Приведены результаты исследования изменения скорости распространения ультразвука (волн Рэлея) при пластической деформации коррозионно-стойкой высокохромистой стали 40Х13 с сорбитной структурой после высокого отпуска (исходное состояние) и после электролитического насыщения водородом в течение 12 и 24 ч. Реализация метода измерения скорости волн Рэлея заключалась в периодической генерации прямоугольных импульсов длительностью 100 нс на входе излучающего пьезопреобразователя и регистрации прошедшей по образцу волны посредством приемного пьезопреобразователя, подключенного к цифровому осциллографу. Обнаружено, что структурное со-

стояние исследуемой стали изменяет не только тип деформационной кривой при одноосном растяжении, но и меняет характер зависимости скорости ультразвука от деформации.

Колебания распределенных систем, вибрации, структурная акустика

18.03-01.58 Контактная задача для полого цилиндра. Пожарский Д.А. Прикл. мат. и мех. 2017. 81, № 6, с. 727-733. Рус.

Исследуется осесимметричная контактная задача о взаимодействии жесткого кольцевого бандажа с бесконечным полым упругим цилиндром с произвольной толщиной стенок, который находится под действием постоянного внутреннего давления. При использовании решения задачи Ламе для полого цилиндра и метода интегральных преобразований контактная задача сведена к интегральному уравнению с разностным ядром относительно неизвестного давления в области контакта. Для решения этого уравнения в случае относительно широких бандажей предлагается модификация сингулярного асимптотического метода, основанная на усложнении аппроксимирующей функции для функции-символа ядра при утончении стенок цилиндра. Сделаны расчеты для широкого диапазона изменения относительной толщины стенок цилиндра с приближением к значениям, характерным для теории цилиндрических оболочек, в которой толщина оболочки обычно составляет не более двух процентов радиуса срединной поверхности.

18.03-01.59 Прохождение звука через пластину из полиарамида. Варламов О.С., Колосов Л.В., Малахов К.В. Гидроакустика. 2015, № 24, с. 103. Рус.

Проведены измерения значений коэффициента прохождения звука через пластину из полиарамида, их сравнение с расчетными оценками для модели плоского бесконечного трансверсального слоя из того же материала. Выполнено также их сопоставление с имевшимися ранее результатами для пластин из стеклопластика. Найден, что в области углов падения волны до $45-50^\circ$ полиарамид позволяет получить более высокие значения коэффициента прохождения.

18.03-01.60 Оценки прохождения звука в ближнем поле пластины конечной длины из стеклопластика. Малахов К.В., Мезер Е.А. Гидроакустика. 2016, № 27, с. 13-22. Рус.

Стеклопластик и другие легкие композитные материалы используются в конструкциях обтекателей гидроакустических антенн. В работе рассматривается влияние длины пластины из стеклопластика на характеристики ближнего поля прохождения звука. Найден, что в области углов возбуждения в пластине упругой продольной волны имеется пологий спад прошедшего поля вдоль пластины с отдельными выраженными минимумами и максимумами. Глубина спада и число экстремумов зависят от волновой длины пластины.

18.03-01.61 Колебания стержня, вызванные продольным ударом тела. Морозов Н.Ф., Беляев А.К., Товстик П.Е., Товстик Т.П., Шурпатов А.О. Доклады академии наук. 2018. 480, № 2, с. 164-169. Рус.

Рассматривается продольный удар упругим телом по концу упругого стержня с закреплённым противоположным концом. Учитывается распространение упругих волн в стержне и локальные деформации в зоне контакта. После отскока тела стержень совершает свободные продольные колебания, которые при определённых условиях могут вызвать параметрические поперечные колебания, имеющие характер биений. В зависимости от параметров задачи определяются время соударения, форма ударного импульса и максимальная амплитуда поперечных колебаний при параметрическом резонансе.

18.03-01.62 Определение уровня неоднородного предварительного напряженно-деформированного состояния в пьезоэлектрическом диске. Ватульян А.О., Дударев В.В., Мнухин Р.М. Прикладная механика и техническая физика. 2018. 59, № 3, с. 181-190. Рус.

Решена задача об установившихся радиальных колебаниях тонкого электроупругого полого диска при нали-

ции плоского неоднородного предварительного напряженно-деформированного состояния. Колебания возникают вследствие создания разности потенциалов на электродах, размещённых на торцевых поверхностях диска. Сформулированы уравнения колебаний и граничные условия. Исследовано предварительное напряженное состояние, соответствующее решению задачи Ламе. С помощью метода пристрелки численно решена прямая задача определения функции смещения. Сформулирована и решена обратная задача определения параметра предварительных напряжений по изменению собственной частоты колебаний диска. Проведен анализ точности восстановления предварительного напряженного состояния при входных данных, заданных с погрешностью.

18.03-01.63 Уединенные продольно-изгибные волны в цилиндрической оболочке, взаимодействующей с нелинейно-упругой средой. Землянухин А.И., Бочкарев А.В., Могилевич Л.И. Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия: Естественные науки. 2018, № 1, с. 47-60. Рус.

Выведено неинтегрируемое квазигиперболическое уравнение, моделирующее распространение осесимметричных продольно-изгибных волн в бесконечной цилиндрической оболочке типа Тимошенко, взаимодействующей с внешней нелинейно-упругой средой. С использованием диагональных аппроксимант Паде для суммирования рядов метода возмущений построены точные уединенно-волновые решения выведенного уравнения в виде бегущего фронта и бегущего импульса. Показано, что для существования точного решения в форме бегущего фронта необходимо, чтобы нелинейность окружающей оболочку упругой среды была "мягкой". Установлено, что выведенное уравнение допускает неявную линеаризацию с помощью преобразования типа Коула—Хопфа. Продемонстрирована возможность условной факторизации этого уравнения, позволяющая находить уединенно-волновые решения из соответствующего уравнения Дуффинга. Найденные точные решения могут найти применение в задачах акустической диагностики и неразрушающего контроля материалов.

См. также **18.03-01.17**, **18.03-01.31**, **18.03-01.39**

Волны в многофазных, пористых, резиноподобных средах, полимерах

18.03-01.64 Вычисление скорости волнового фронта в композиционной структурно неоднородной среде исходя из волнового уравнения. Кравчук А.С., Кравчук А.И. Электронный научный журнал APRIORI. Серия: Естественные и технические науки. 2017, № 1, <http://www.apriori-journal.ru/journal-estevsennie-nauki/id/1474>. Рус.

На основе методики, разработанной и примененной авторами ранее при анализе уравнений распространения тепла и диффузии в композиционных средах, получена оценка средней скорости перемещения волнового фронта в композиционном пространстве, в зависимости от концентраций (объемных долей) компонент и средних значений скорости перемещения волнового фронта по Фойгту и Рейссу. Волновое уравнение для однородной среды обобщено на случай композиционной структурно неоднородной среды.

18.03-01.65 О решении обратной нестационарной задачи рассеяния в двумерной слоисто-однородной среде с помощью τ - p преобразования Радона. Баев А.В. Мат. моделир. 2018. 30, № 3, с. 101-117. Рус.

Рассмотрена обратная нестационарная задача рассеяния в слоисто-однородной акустической двумерной среде. Данными рассеяния является волновое поле от поверхностного точечного источника, зарегистрированное на границе полуплоскости. Доказана единственность решения задачи восстановления акустического импеданса и скорости среды по данным рассеяния. На основе τ - p преобразования Радона построен алгоритм решения обратной двумерной задачи рассеяния как одномерной с параметром. Приведены результаты численного моделирования прямой задачи рассеяния и решения двух обратных задач рассеяния в слоисто-однородной акустической среде. Предло-

женный алгоритм применим для обработки данных геофизической разведки как наземной сейсмологии, так и вертикального сейсмопрофилирования.

18.03-01.66 Численное моделирование волновых процессов в трещиновато-пористых флюидозаполненных средах. Новиков М.А., Лисица В.В., Козяев А.А. *Вычисл. методы и программ.* 2018. 19, № 2, с. 130-149. Рус.

Одной из актуальных задач современной прикладной геофизики является выделение характерных признаков наличия развитой трещиноватости в пласте по сейсмическим данным. Более того, необходимо выделять флюидозаполненные системы трещин, образующих связанную систему трещин, способную обеспечивать достаточную гидродинамическую проницаемость резервуара. В статье представлен численный алгоритм расчета волновых полей в трещиноватых пороупругих средах, основанный на конечно-разностной аппроксимации уравнений Био. На основе численных экспериментов показано, что связность трещин, т.е. наличие систем пересекающихся трещин, существенно повышает поглощение сейсмической энергии, что обусловлено возникновением локальных потоков флюида внутри трещин. Приводится детальный частотный анализ затухания сейсмических волн и обусловленной этим дисперсии.

18.03-01.67 Применение скелетной модели высокопористого ячеистого материала для моделирования сверхзвукового обтекания цилиндра с передней газопроницаемой вставкой. Кириловский С.В., Маслов А.А., Миронов С.Г., Поплавская Т.В. *Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2018, № 3, с. 78-86. Рус.

Представлены результаты численного моделирования сверхзвукового ($M_\infty=4.85$) обтекания цилиндра с передней вставкой из высокопористого ячеистого материала в рамках двумерных осесимметричных уравнений Навье-Стокса, осредненных по Рейнольдсу. Для описания фильтрации воздуха в газопроницаемой вставке предложена скелетная модель высокопористой среды, определяющими параметрами которой являются коэффициент пористости (95%) и размер пор (1 мм) реального ячеистого материала. Получены коэффициенты аэродинамического сопротивления модели с различными длинами передней пористой вставки в диапазоне единичных чисел Рейнольдса $6.9 \times 10^5 - 13.8 \times 10^6 \text{ м}^{-1}$ согласующиеся с имеющимися экспериментальными данными, что говорит о соответствии предложенной скелетной модели реальным свойствам высокопористых материалов.

18.03-01.68 Свойства нормальных акустических волн в слоистых структурах пленка ZnO/пластина SiO₂ и пленка AlN/пластина SiO₂. Кузнецова А.С., Анисимкин В.И., Осипенко В.А. *Нелинейный мир.* 2018. 16, № 2, с. 58-60. Рус.

Экспериментально исследовано влияние пленок ZnO и AlN на распространение нормальных акустических волн Лэмба и SH в пластинах кварца. Определены изменения скорости и поверхностных амплитуд мод каждого из семейств, возникающие при нанесении пленок на одну из поверхностей пластины. продемонстрировано качественное и количественное различие возникающих изменений для пленок с отличающимися акустическими и пьезоэлектрическими характеристиками.

18.03-01.69 Итерационный метод решения обратной задачи рассеяния для системы уравнений акустики в слоисто-неоднородной среде с поглощением. Баев А.В., Гаврилов С.В. *Вестник МГУ. Серия 15: Вычислительная математика и кибернетика.* 2018, № 2, с. 7-14. Рус.

Рассмотрен итерационный алгоритм решения обратной задачи рассеяния сейсмических волн в слоистой среде, основанный на решении неклассического обыкновенного дифференциального уравнения относительно акустического импеданса, содержащего также неизвестную функцию, характеризующую диссипативные свойства среды. Установлена единственность определения этих функций, а также связывающей их функциональной зависимости, при решении обратной задачи наземной сейсмологии. Приводятся результаты вычислительного эксперимента по применению предложенного алгоритма.

18.03-01.70 Осесимметричные задачи о геометрии

чески нелинейном деформировании и устойчивости трехслойной цилиндрической оболочки с контурными подкрепляющими стержнями. Бадриев И.Б., Макаров М.В., Паймушин В.Н., Холмогоров С.А. *Ученые записки Казанского государственного университета. Серия Физико-математические науки.* 2017. 159, № 4, с. 395-428. Рус.

Проведено численное исследование задачи о геометрически нелинейном осесимметричном деформировании трехслойной цилиндрической оболочки с трансверсально-мягким наполнителем, подкрепленной в торцевых сечениях упругими стержнями. Для описания процесса деформирования использованы выведенные ранее уравнения уточненной геометрически нелинейной теории, позволяющие как изучить докритическое поведение оболочки, так и выявить все возможные формы потери устойчивости несущих слоев. Указанные уравнения основаны на рассмотрении в качестве неизвестных контактных усилий взаимодействия внешних слоев с наполнителем, а также внешних слоев и наполнителя с подкрепляющими телами во всех точках поверхностей их сопряжения. Разработаны численные методы решения сформулированных задач. Они основаны на предварительном сведении исходных задач к системе интегро-алгебраических уравнений, при решении которых используется метод конечных сумм. Предложена методика исследования докритического и закритического геометрически нелинейного поведения оболочки при ее торцевом сжатии через контурные подкрепляющие стержни, согласно которой неустойчивые положения равновесия определяются методом продолжения решения по параметру при выборе в качестве параметра работы внешних сил. Предложен способ нахождения критической нагрузки (точки бифуркации), при достижении которой оболочка теряет устойчивость. Он основан на линеаризации исходной геометрически нелинейной задачи в окрестности ее нелинейного решения с последующей формулировкой задачи на собственные значения с нелинейным вхождением параметра. Приведены результаты численных экспериментов. Проведен анализ результатов экспериментов.

18.03-01.71 Излучение продольных и сдвиговых волн в твердую среду через систему упругих слоев. Жуков В.Б. *Гидроакустика.* 2017, № 31, с. 5-8. Рус.

Получены формулы для коэффициентов отражения и прохождения продольных и сдвиговых плоских волн, распространяющихся из жидкой среды через систему упругих слоев в твердую среду.

18.03-01.72 Особенности описания и генерации пограничных волн Рэлея—Шолте в акустике слоистых сред. Касаткин Б.А., Касаткин С.Б. *Гидроакустика.* 2017, № 33, с. 18-30. Рус.

Рассматриваются особенности построения обобщенного решения граничных задач акустики слоистых сред в несамосогласованной модельной постановке. В соответствии с модельной постановкой, допускающей трансформацию расходящихся волн в сходящиеся волны отдачи, обобщенное решение содержит пограничные волны Рэлея—Шолте, регулярные и обобщенные, локализованные либо на границе раздела вода—морское дно, либо на горизонте источника. Подробно описаны все типы пограничных волн, их пространственная структура, приближенные оценки скорости распространения и особенности пространственно-частотной инвариантной структуры звукового поля, сформированного пограничными волнами Рэлея—Шолте. Приведены экспериментальные результаты, подтверждающие выводы теории и перспективность использования волн Рэлея—Шолте в проблеме обнаружения малочумных объектов.

18.03-01.73 Излучение продольных и сдвиговых волн звука в твердую среду через систему упругих слоев. Жуков В.Б. *Гидроакустика.* 2017, № 33, с. 38-42. Рус.

Получены формулы для коэффициентов отражения и прохождения продольных и сдвиговых плоских волн, распространяющихся из жидкой среды через систему упругих слоев в твердую среду.

18.03-01.74 Ультразвуковая скорость как инструмент прогнозирования физических и механических параметров цементного раствора. Абделведи М.,

Мниф Т., Лббес Ц. *Дефектоскопия*. 2018, № 5, с. 63. Рус.

Обсуждается способность скорости ультразвуковой волны оценивать некоторые физические параметры раствора. Изучалось поведение скорости ультразвукового импульса в растворе, подвергнутом возрастающей нагрузке. Для экспериментов проводили ультразвуковые измерения на образцах раствора до и во время испытаний на прочность на одноосное сжатие, перпендикулярно направлению приложения напряжения. Соотношения вода/цемент варьировали, чтобы вносить определенные специфические характеристики. Был получен набор выражений, связывающий начальные скорости продольных ультразвуковых волн с прочностью на сжатие, плотностью, пористостью и нагрузкой при пределе упругости. Исследовали также эволюцию скорости ультразвука в образцах раствора при непрерывном увеличивающемся одноосном напряжении. Результаты иллюстрируют поведение скорости ультразвукового импульса в зависимости от приложенного напряжения. Было обнаружено, что скорость не уменьшалась при начальной нагрузке и до относительного процента предельного напряжения (в зависимости от прочности образца), когда произошло внезапное снижение, после чего материал разрушался.

18.03-01.75 Конвективное слоистое течение экмана вязкой несжимаемой жидкости. Горшков А.В., Просвиряков Е.Ю. *Известия РАН. Физика атмосферы и океана*. 2018. 54, № 2, с. 213-220. Рус.

Получены аналитические решения обобщения стационарного течения Экмана вязкой несжимаемой жидкости в бесконечно протяженном слое. Для этого рассматривается решение перопределенной системы уравнений Обербека-Буссинеска. Показано, что структура решений позволяет сохранить адвективную производную в уравнении теплопроводности, что приводит к возможности моделирования расхождений полей температуры и давления и описанию противотечений в океане.

18.03-01.76 Цифровая фазовая модуляция и корреляционная обработка ультразвуковых сигналов для импульсных измерений в неоднородной среде. Бычкова И.Ю., Бычков А.В., Славутский Л.А. *Приборы и техника эксперимента*. 2018, № 3, с. 114-119. Рус.

Представлены методика и аппаратные средства для ультразвукового контроля неоднородной газовой среды. Для повышения разрешающей способности ультразвукового прибора используется алгоритм, основанный на цифровой фазовой модуляции импульсных сигналов и их корреляционной обработке. Алгоритм позволяет с высоким разрешением измерить временные задержки между ультразвуковыми импульсами, пришедшими в приемный тракт по разным траекториям распространения в неоднородной среде. Показано, что измерение малых значений временных задержек возможно при анализе асимметрии взаимных корреляционных функций сигналов. Описаны лабораторные экспериментальные измерения, которые проводились при рассеянии ультразвука в неоднородном потоке воздуха. Показана возможность измерения относительных временных задержек импульсов в 3–5 мкс при несущей частоте ультразвука 40 кГц.

Статистическая акустика

18.03-01.77 Применение метода Монте-Карло для моделирования ионного распыления поверхности аморфных тел. Скачков М.В. *Мат. моделир.* 2018. 30, № 2, с. 18-32. Рус.

Изучается образование упорядоченных структур при ионном распылении поверхности аморфных тел в случае, когда сильная нелинейность оказывает существенное влияние на морфологию облучаемой поверхности. Для численного моделирования процесса используются три модификации метода Монте-Карло, первая из которых представляет собой разновидность имитационного моделирования. Показано, что прямое (имитационное) статистическое моделирование ионной бомбардировки поверхности мишени, которое лучше всего отвечает рассматриваемому физическому процессу и широко используется в других работах, имеет существенный недостаток. Этот недостаток заключается в том, что случайные флуктуации глубины рас-

пыления поверхности мишени, присущие имитационному моделированию, приводят к огрублению поверхности, степень которого не позволяет наблюдать те режимы, которые следуют из непрерывной модели. Особенно это относится к тем режимам, которые устанавливаются после длительного ионного облучения поверхности мишени. Однако решения непрерывной модели можно численно исследовать с помощью других модификаций метода Монте-Карло с пониженной дисперсией. Две такие модификации разработаны в настоящей работе. С их помощью при определенных условиях получена упорядоченная структура из впадин с гексагональной симметрией после длительного облучения поверхности мишени нормальным потоком ионов.

18.03-01.78 Кинетический метод Монте-Карло: математические основы и приложения к физике низкоразмерных наноструктур. Колесников С.В., Салецкий А.М., Докукин С.А., Клавсюк А.Л. *Мат. моделир.* 2018. 30, № 2, с. 48-80. Рус.

Кинетический метод Монте-Карло является незаменимым методом исследования атомных и молекулярных систем, позволяющим решать широкий спектр задач, связанных с диффузией атомов, образованием дефектов и химических соединений различного типа, ростом и самоорганизацией наноструктур. В данной работе рассматриваются основы кинетического метода Монте-Карло и его современные модификации как решеточные, так и нерешеточные. Особое внимание уделено построению самообучающихся алгоритмов на основе различных методов поиска седловых точек потенциальной энергии, а также методам ускорения метода Монте-Карло. Все рассмотренные методы проиллюстрированы актуальными примерами, связанными в основном с физикой поверхности металлов.

18.03-01.79 Статистические оценки последовательности энергетических спектров. Тимошенко В.Г. *Гидроакустика*. 2016, № 27, с. 74-80. Рус.

Приведена статистическая обработка результатов измерения коэффициентов корреляции накопленных последовательных энергетических спектров на выходе системы обнаружения. Проведена проверка расхождения дисперсий для нескольких выборок, принадлежащих различным объектам. Рассмотрено изменение коэффициентов корреляции при смещении спектров сопровождаемой цели и мешающее для реальных объектов в реальных условиях.

18.03-01.80 Определения энергетического спектра с использованием суммирования комплексных составляющих спектров при их накоплении. Тимошенко В.Г. *Гидроакустика*. 2017, № 30, с. 73-81. Рус.

Рассматривается процедура определения энергетического спектра с использованием результатов на выходе быстрого преобразования Фурье. Показано, что в задачах накопления энергетических спектров изменение последовательности суммирования комплексных составляющих позволяет повысить отношение сигнал/помеха на выходе. Приведены результаты моделирования, которые подтверждают результат на основании рассмотрения обработки помехи и сигнала.

18.03-01.81 Оптимальная комбинированная модель "эксперимент Монте-Карло" для анализа цементного сырья методом нейтронной активации по мгновенному гамма-излучению. Исламирад С.З., Гюлипоур Пешванди Р., Разманзадех Тооткалех С. *Дефектоскопия*. 2018, № 6, с. 46-52. Рус.

Цементное сырье состоит из ряда минералов, так что их количество влияет на конечные свойства цемента. Для цементной индустрии необходима непрерывная система контроля составных элементов. Нейтронно-активационный анализ по мгновенному гамма-излучению представляет собой применимый метод, используемый для анализа процентного содержания полезных ископаемых в интерактивном режиме. В статье предложена оптимальная модель «эксперимент Монте-Карло» для выделения количества компонентов в исследуемых образцах. С использованием этой процедуры процент составных элементов в цементном сырье можно определить легче и точнее. Полученные результаты анализа образцов цемента с использованием предложенного метода показали хорошее согласие с результатами рентгенофлюоресцентного анализа.

18.03-01.82 Статистическая модель разрушения кольца взрывом. *Дрокин П.А. Прикладная механика и техническая физика.* 2018. 59, № 3, с. 169-180. Рус.

Разработана модель фрагментации тонкого кольца взрывом, в которой учитывается статистический разброс разрушающей относительной деформации по длине кольца. Предложена фор-

мула для расчета скорости движения границы области вблизи пластического разрыва, в которой прекращается пластическое течение материала кольца. Разработаны методики численного и аналитического расчета среднего числа фрагментов кольца. Проведено сравнение результатов расчета с известными экспериментальными данными.

Нелинейная акустика

Нелинейные параметры среды

18.03-01.83 Простой бимодульный нелинейный элемент. *Михайлов С.Г., Руденко О.В. Акустический журнал.* 2018. 64, № 3, с. 302-307. Рус.

Исследована динамика искусственного нелинейного элемента, представляющего собой гибкую мембрану с ограничителями ее колебаний и статической прижимающей силой. Такой элемент обладает свойством “бимодульности” и демонстрирует “модульную” нелинейность. Построена математическая модель, описывающая эти колебания. Рассчитана их форма. Проведена аналогия с классическим объектом — маятником Галилея. Показано, что при низкочастотном возбуждении мембраны уровень гармоник в спектре выше, чем в окрестности частоты резонанса. Установлена сильная зависимость уровня гармоник от величины прижимающей силы при слабом возбуждении. Предложена конструктивная схема устройства, в квазистатическом приближении обладающего свойством бимодульности. Проведен эксперимент, подтверждающий ее работоспособность. Показано качественное совпадение экспериментальных результатов и расчетов при детектировании амплитудно-модулированного сигнала.

Теория нелинейных акустических волн

18.03-01.84 Об одно- и двухпериодических волновых решениях уравнения Кортевега—де Вриза девятого порядка. On One- and Two-Periodic Wave Solutions of the Ninth-Order KdV Equation. *Pang J., He L.C., Zhao Z.L. Математические заметки.* 2018. 103, № 6, с. 943-951. Англ.

In this paper, periodic wave solutions of the ninth-order KdV equation are constructed and expressed explicitly in terms of bilinear forms obtained on the basis of a multidimensional Riemann theta-function. The dynamic futures of these solutions are discussed.

18.03-01.85 Нелинейные периодические волны в гибкой направляющей, взаимодействующей с упруго-инерционным основанием. *Ерофеев В.И., Колесов Д.А., Леонтьева А.В. Вестник научно-технического развития.* 2018, № 5, с. 11-18. Рус.

Рассматривается динамическая задача для системы, состоящей из одномерной гибкой направляющей (струна), лежащей на упруго-инерционном основании. Система уравнений динамики сводится к одному кубично-нелинейному уравнению четвертого порядка относительно поперечных смещений струны. В зависимости от соотношения масс струны и упруго-инерционного основания, эволюционное уравнение имеет три предельных случая: модифицированное уравнение Островского, уравнение Римана с кубической нелинейностью, уравнение ангармонического осциллятора с кубической нелинейностью. В каждом случае изучаются особенности распространения нелинейных периодических волн.

18.03-01.86 Быстро осциллирующие решения обобщенного уравнения Кортевега—де Вриза. *Каценко С.А. Журнал вычислительной математики и математической физики.* 2017. 57, № 11, с. 1812-1823. Рус.

Для обобщенного уравнения Кортевега—де Вриза установлено существование семейств быстро осциллирующих периодических решений и найдена их асимптотика. Исследован вопрос об асимптотике торов различной размерности. Получены форму-

лы, раскрывающие зависимость решений от всех параметров задачи.

18.03-01.87 Инвариантные многообразия для уравнения Бюргерса, заданного на полуоси. *Горшков А.В. Журнал вычислительной математики и математической физики.* 2018. 58, № 1, с. 95-107. Рус.

Построены устойчивые нелокальные инвариантные многообразия для уравнения Бюргерса, заданного на R_+ . Также исследована одна задача граничного управления, стабилизирующее решение данного уравнения к нулю. Приведены результаты численных экспериментов.

18.03-01.88 Компактоны и волны Римана расширенного модифицированного уравнения Кортевега—де Вриза с нелинейной дисперсией. *Попов С.П. Журнал вычислительной математики и математической физики.* 2018. 58, № 3, с. 459-472. Рус.

Исследуется уравнение $K(fm,gn)$, обобщающее модифицированное уравнение Кортевега—де Вриза $K(u_3,u_1)$ и уравнение Розенау—Хаймана $K(u_m,u_n)$ на случаи других зависимостей нелинейности и дисперсии от решения. Рассматриваемые функции $f(u)$ и $g(u)$ могут быть линейными или иметь вид “сглаженной ступеньки”. Численно определено, что данное уравнение в зависимости от вида нелинейности и дисперсии имеет компактные и коватонные решения, решения типа волн Римана и осциллирующие волновые пакеты двух разных форм. Показано, что взаимодействия между всеми найденными видами решений происходят с сохранением их параметров.

18.03-01.89 К проблеме разрешимости нелинейных задач равновесия пологих оболочек типа Тимошенко. *Тимергалиев С.Н. Прикл. мат. и мех.* 2018. 82, № 1, с. 98-113. Рус.

Изучается разрешимость геометрически нелинейных краевых задач для упругих пологих изотропных однородных оболочек с жестко заделанными краями в рамках сдвиговой модели Тимошенко. Метод исследования состоит в сведении исходной системы уравнений равновесия к одному нелинейному уравнению относительно прогиба. Основу метода составляют интегральные представления для обобщенных перемещений, содержащие произвольные голоморфные функции, определяемые из граничных условий с привлечением теории одномерных сингулярных интегральных уравнений. Разрешимость нелинейного уравнения относительно прогиба устанавливается при помощи принципа жестких отображений.

18.03-01.90 Математическое моделирование нелинейных волн в упругой цилиндрической оболочке, окруженной упругой средой и содержащей вязкую несжимаемую жидкость. *Блинков Ю.А., Блинкова А.Ю., Евдокимова Е.В., Могилович Л.И. Акустический журнал.* 2018. 64, № 3, с. 283-288. Рус.

Предложена математическая модель нелинейной упругой цилиндрической оболочки типа Кирхгофа—Лява, окруженной упругой средой и содержащей вязкую несжимаемую жидкость. В рамках предложенной модели проведен аналитический и численный анализ волновых процессов. На основе разработанного вычислительного алгоритма создан комплекс программ, позволяющий построить графики на их базе и получить численные решения задач Коши при точных решениях уравнений динамики оболочек без учета жидкости в качестве начального условия.

18.03-01.91 Возбуждение волн в диссипативной среде с двойной квадратично-модульной нелинейностью:

обобщение неоднородного уравнения Бюргерса. Руденко О.В. Доклады академии наук. 2018. 480, № 3, с. 273-277. Рус.

Найдены решения неоднородного уравнения в частных производных второго порядка, обладающего двумя типами нелинейности: степенной (квадратичной) и неаналитической (модульной). Уравнения, содержащие каждую из этих нелинейностей по отдельности, изучались ранее. Естественным продолжением этих работ будет теория волновых явлений в среде с двойной нелинейностью, которые недавно наблюдались в экспериментах. Здесь получены решения, описывающие профили интенсивных волн. Найдены формы свободно распространяющихся стационарных возмущений в виде ударных волн с конечной шириной фронта. Рассчитаны профили вынужденных волн, возбуждаемых внешними источниками.

18.03-01.92 Локализация и трансформация нелинейных волн на границе линейной и нелинейной сред. Савотченко С.Е. Вестник Воронежского гос. ун-та. Сер. Физика. Математика. 2018, № 1, с. 44-52. Рус.

Предложена модель, описывающая процессы локализации и трансформации возмущений на границе раздела линейной и нелинейной сред. Математическая формулировка модели представляет собой контактную краевую задачу для линейного и нелинейного уравнений Шредингера в полупространствах. Показано, что существуют различные типы стационарных состояний в зависимости от диапазона энергии и соотношений между параметрами ангармонизма взаимодействия в среде и интенсивностью взаимодействия возмущений с дефектом. Описана локализация кноидальной волны при переходе из полупространства с нелинейной средой в полупространство с линейной средой, в которой волновая функция является монотонно затухающей при удалении от границы раздела. Внутри сплошного спектра линейных волн описана трансформация кноидальной волны в гармонические колебания такой же частоты при переходе из полупространства с нелинейной средой в полупространство с линейной средой. Отдельно проанализированы случаи нелинейных сред с положительным и отрицательным ангармонизмом.

18.03-01.93 Нелинейные кинетические эффекты в задаче Куэтта в разреженном газе при переходном режиме. Вьонг С.Л., Горелов В.Т. Вестник Московского гос. обл. ун-та. Серия: Физ.—Мат. 2018, № 1, с. 16-22. Рус.

Рассматривается задача Куэтта о течении газа и теплопередаче между двумя параллельными бесконечными пластинами на расстоянии h друг от друга, одна из которых покоится, а другая движется в собственной плоскости с постоянной скоростью u , температуры пластин T_0 и T_1 . В задаче вычисляются нормальная и касательная составляющие тензора напряжений и поток тепла Q на поверхности пластин. Результаты, полученные методом прямого статистического моделирования, сравниваются с аналитическими результатами, полученными с помощью метода самоподобной интерполяции. Результаты исследований показывают, что в переходной области между свободномолекулярным и сплошнородным пределами кроме касательной составляющей тензора напряжений присутствует нормальная составляющая, которой нет ни в свободномолекулярном случае, ни в случае сплошной среды. Необходимо отметить, что нормальная и касательная составляющие существенно немонотонны по числам Кнудсена. Тепловой поток также имеет немонотонное поведение и меняет знак при изменении степени разреженности газа (числа Кнудсена Kn).

Распространение интенсивных волн, пилообразные и слабые ударные волны

18.03-01.94 Влияние дефектов на пространственную локализацию нелинейных акустических волн. Ерофеев В.И., Леонтьева А.В., Мальханов А.О. Известия РАН. Серия физическая. 2018. 82, № 1, с. 591-596. Рус.

Показано, что самосогласованная математическая модель, включающая в себя уравнения теории упругости и кинетические уравнения для плотностей различных типов точечных дефектов, может быть сведена к нелинейному эволюционному

уравнению, объединяющему в себе известные уравнения волновой динамики: Кортвега—де Вриза—Бюргерса и Клейна—Гордона. Найдены и проанализированы точные аналитические решения этого уравнения.

Нелинейная акустика твердых тел

18.03-01.95 Процесс и критерий разрушения пьезо-керамических преобразователей. Кириллов В.И., Марков А.О. Гидроакустика. 2015, № 23, с. 9-19. Рус.

Разрушение пьезокерамики при действии механических напряжений рассматривается как процесс развития трещины, зависящий от времени действия нагрузки и от числа циклов её изменения. Предложено описание этого процесса как меры повреждения в виде неубывающей функции напряженного состояния. Учтено случайное рассеивание пределов прочности. Отмечена разная интенсивность накопления повреждения у разных составов пьезокерамики.

18.03-01.96 Гидродинамика интенсивных автоколебаний обратного флюгера в плоском диффузоре. Гуввертов С.В., Дынкиков Я.А., Дынкинова Г.Я., Зубков А.Ф. Доклады академии наук. 2018. 480, № 1, с. 29-33. Рус.

Рассматривается задача о нестационарном истечении вязкой несжимаемой жидкости в затопленное пространство из плоского диффузора, содержащего шарнирно закреплённую продольную перегородку в виде обратного флюгера со свободным носком навстречу потоку. Выявлен механизм возбуждения и поддержания режима угловых автоколебаний перегородки, сопровождающихся ударным взаимодействием носка флюгера со стенками канала и образованием на выходе из диффузора двух противозазно пульсирующих струй. Данный режим воспроизведён в физическом эксперименте и при численном моделировании.

18.03-01.97 Исследование нелинейного деформирования и устойчивости некруговой цилиндрической оболочки при комбинированном нагружении изгибающим и крутящим моментами. Белов В.К., Железнов Л.П., Огнянова Т.С. Прикладная механика и техническая физика. 2018. 59, № 2, с. 189-197. Рус.

На основе разработанной ранее методики получены решения задач прочности и устойчивости дискретно подкреплённых некруговых цилиндрических оболочек, выполненных из композиционного материала, с учетом моментности и нелинейности их докритического напряженно-деформированного состояния. Исследована устойчивость подкреплённого отсека фюзеляжа самолета, выполненного из композиционного материала, при комбинированном нагружении изгибающим и крутящим моментами. Изучено влияние нелинейности деформирования, жесткости продольных ребер, толщины оболочки на критические нагрузки, при которых происходит потеря устойчивости оболочки.

См. также **18.03-01.82**

Отражение, дифракция, рефракция, рассеяние интенсивных волн

18.03-01.98 Инерционная присоединенная длина отверстия при высоких уровнях звукового давления. Комкин А.И., Быков А.И., Миронов М.А. Акустический журнал. 2018. 64, № 3, с. 296-301. Рус.

Исследовано влияние уровней звукового давления на акустический импеданс отверстия в перегородке на основе проведения измерений в импедансной трубе методом двух микрофонов. Получены зависимости мнимой и действительной частей импеданса от диаметра отверстия на нелинейных режимах. Основное внимание уделялось присоединенной длине (концевой поправке) отверстия. Проведена аппроксимация зависимости присоединенной длины отверстия от колебательной скорости в отверстии аналитическими функциями.

Акустические течения и радиационное давление

18.03-01.99 Акустическое течение при термических граничных условиях 3-го рода. *Губайдуллин А.А., Пяткова А.В.* *Акустический журнал*. 2018. 64, № 3, с. 289-295. Рус.

Выполнено численное исследование акустического течения в цилиндрической полости, подверженной вибрационному воздействию с малой амплитудой вибрации. Изучена зависимость характера течения от интенсивности теплообмена с окружающей средой. Показано изменение вида вихрей акустического течения при плавном переходе от адиабатических граничных условий к изотермическим, осуществленном при помощи варьирования коэффициента теплоотдачи. Определены значения безразмерного коэффициента теплоотдачи, при которых картина акустического течения близка к предельным случаям, соответствующим адиабатическим и изотермическим граничным условиям. Для предельных случаев термических граничных условий выполнено сравнение с аналитическим решением.

18.03-01.100 Нелинейные сферические стоячие волны в акустически возбужденной жидкой капле. *Сапожников О.А., Анненкова Е.А.* *Акустический журнал*. 2018. 64, № 3, с. 308-317. Рус.

Проанализирован процесс нелинейной эволюции стоячей акустической волны в сферическом резонаторе с абсолютно мягкой поверхностью. В рамках квадратичного приближения нелинейной акустики проведен анализ колебаний в резонаторе методами медленного изменения амплитуд гармоник и медленного изменения профиля стоячей волны. Продемонстрировано, что нелинейные эффекты могут приводить к существенному усилению пикового давления в центре резонатора. Разработанная теоретическая модель применена для анализа акустического поля в каплях жидкости, образующихся в акустическом фонтане. Показано, что в результате нелинейной эволюции пиковое отрицательное давление может превысить порог механической прочности жидкости, что может служить объяснением наблюдаемой в экспериментах взрывной неустойчивости капель.

18.03-01.101 Модель волнового перемещения в биосистемах. *Клочков В.Н.* *Акустический журнал*. 2018. 64, № 3, с. 389-392. Рус.

Рассмотрены активные волновые процессы изменения просвета цилиндрических полых органов. Предложена математическая модель автоволнового транспорта внутреннего содержимого органа на основе механохимических взаимодействий. Обсуждены самоорганизационные изменения формы органов применительно к лимфатическим сосудам живых организмов.

Нелинейные диспергирующие волны, солитоны

18.03-01.102 Крупномасштабный перенос заряженных макрочастиц, индуцированный пыле-акустическими солитонами. *Петров О.Ф., Трухачев Ф.М., Васильев М.М., Герасименко Н.В.* *Ж. эксп. и теор. физ.* 2018. 153, № 6, с. 1012-1018. Рус.

Экспериментально исследован колебательный процесс в пылевой плазме в страте тлеющего разряда. Показано, что причиной колебаний является пыле-акустическая неустойчивость, в результате которой возбуждаются пыле-акустические солитоны. Проведен анализ движения пылевых частиц в электрическом поле солитонов. Установлено, что солитон приводит к крупномасштабному одностороннему переносу заряженных частиц в направлении своего движения. Теоретическая интерпретация экспериментальных результатов выполнена в рамках МГД-модели плазмы.

18.03-01.103 Численное моделирование трехсолитонных взаимодействий в двумерной нелинейной сигма-модели. *Муминов Х.Х., Шожиров Ф.Ш.* *Вестник Воронежского гос. ун-та. Сер. Физика. Математика*. 2018, № 1, с. 25-34. Рус.

Методами численного моделирования исследованы процес-

сы трех солитонных взаимодействий 180-градусных доменных стенок с топологическим вихрем белавин-поляковского типа в фазовом пространстве $(2+1)$ -мерной анизотропной $O(3)$ инвариантной нелинейной сигма-модели. Показано, что при взаимодействиях топологических структур в конфигурации кинк-вихрь-антикинк происходит парная аннигиляция доменных стенок и полный распад топологического вихря на локализованные возмущения, обладающие единичным значением индекса Хопфа. Определены параметры системы трехсолитонных взаимодействий обуславливающие поглощение аннигилирующими доменными стенками энергии топологического вихря эквивалентной нулевому, половинному, а также единичному значению индекса Хопфа.

Источники интенсивного звука, фокусирующие устройства

18.03-01.104 Моделирование высокоинтенсивных полей сильно фокусирующих ультразвуковых излучателей с использованием широкоугольного параболического приближения. *Юлдашев П.В., Мездригин И.С., Хохлова В.А.* *Акустический журнал*. 2018. 64, № 3, с. 318-329. Рус.

На основе широкоугольного параболического приближения построен новый численный алгоритм расчета линейных и нелинейных полей, создаваемых аксиально-симметричными ультразвуковыми излучателями. На примере одиночного сильно фокусирующего излучателя проведено сравнение результатов моделирования ультразвукового поля, полученных на основе уравнения Вестервельта, уравнения Хохлова—Заболотской—Кузнецова (ХЗК) с различными способами задания граничных условий и нелинейного широкоугольного параболического уравнения. Показано, что при сравнимой с уравнением ХЗК скорости численных расчетов использование широкоугольного параболического приближения позволяет получать решения для сильно фокусированных линейных и нелинейных ультразвуковых пучков гораздо более близкие по точности к решениям уравнения Вестервельта.

18.03-01.105 Численное моделирование и оптимизация акустических полей и конструкций фокусирующих ультразвуковых преобразователей высокой интенсивности. *Швецов И.А., Щербинин С.А., Астафьев П.А., Мойса М.О., Рыбьянец А.Н.* *Известия РАН. Серия физическая*. 2018. 82, № 3, с. 405-408. Рус.

Недавние успехи в области физической акустики, методов визуализации и обработки изображений, пьезоэлектрических материалов и конструкций ультразвуковых преобразователей привело к появлению новых методов и аппаратуры для ультразвуковой диагностики, терапии и эстетической медицины, а также развитию традиционных и появлению новых областей применения. Одним из перспективных применений пьезокерамических и композиционных материалов являются ультразвуковые преобразователи для медицинской диагностической аппаратуры, в частности, фокусирующие преобразователи высокой интенсивности (HIFU). Настоящая статья посвящена разработке математических моделей, численному моделированию и оптимизации акустических полей таких преобразователей, выполненных из пористой сегнетопьезокерамики.

18.03-01.106 Численное моделирование акустических полей фокусирующих ультразвуковых преобразователей. *Сугоруква О.В., Швецова Н.А., Рыбьянец А.Н.* *Вестник Ростовского гос. ун-та путей сообщения*. 2017, № 3, с. 153-159. Рус.

Разработан новый метод прямого синтеза динамически фокусированных ультразвуковых полей, основанный на циклической генерации различных фокальных структур посредством одновременной подачи сигналов различной частоты на отдельные сектора сферически фокусирующих секторных преобразователей. Выполнены теоретические расчеты и численное моделирование структуры акустических полей для различных конфигураций секторов преобразователя и наборов возбуждающих частот. Определены оптимальные режимы возбуждения секторного фокусирующего преобразователя и условия форми-

рования динамических фокальных структур. Рассмотрены возможные направления применения метода динамической фокусировки ультразвука высокой интенсивности — для ультразвуковой хирургии, терапии и косметологии.

Методы измерений и инструменты нелинейной акустики

18.03-01.107 **Нелинейное акустическое профи-**

лирование течений жидкости. Диденкулов И.Н., Прончатов-Рубцов Н.В., Пазухин В.Г. Известия РАН. Серия физическая. 2018. 82, № 1, с. 587-590. Рус.

Описывается метод нелинейной акустической доплеровской томографии, анализируются результаты его моделирования. Метод может применяться при наличии газовых включений, которые в большинстве случаев присутствуют в жидкостях. При определенных предположениях о распределении газовых включений можно реконструировать распределение скорости потока.

Физическая акустика

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

18.03-01.108 **Возможная отрицательность коэффициента Грюнайзена водорода в области давлений 40—75 ГПа и температур 3500—7500 К. Медведев А.Б. Физика горения и взрыва. 2018. 54, № 2, с. 98-113. Рус.**

Рассмотрены экспериментальные данные по однократному и двукратному ударному сжатию исходно жидких и газообразных (поджатых начальным давлением) изотопов водорода протия и дейтерия при давлениях ≈ 10 —180 ГПа и температурах ≈ 3000 —20000 К. Средние значения измеренных величин (давление, плотность, внутренняя энергия, температура) показывают, что при давлении ≈ 41 ГПа в интервале температур ≈ 3500 —5700 К и при давлении ≈ 74 ГПа в интервале температур ≈ 5000 —7500 К водород характеризуется отрицательным коэффициентом Грюнайзена. Подобная аномалия может иметь важное значение при рассмотрении ряда процессов, в том числе протекающих в газовой оболочке Юпитера, состоящей в основном из смеси протия ($\approx 90\%$) и гелия ($\approx 10\%$). В диапазоне давлений (глубин) ее проявления конвекция в оболочке из протия запрещена при увеличении в ней температуры с ростом давления. Возможно, что относительно небольшое содержание гелия не подавляет аномалию и она является барьером для широко-масштабной конвекции в оболочке Юпитера. Для подтверждения аномалии требуются уточняющие опыты.

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

18.03-01.109 **Численное моделирование влияния постоянного электрического поля на ориентацию директора нематического жидкого кристалла. Айриян А.С., Айрян Е.А., Егоров А.А., Масляницкий И.А., Шигорин В.Д. Мат. моделир. 2018. 30, № 4, с. 97-107. Рус.**

Для исследования влияния постоянного электрического поля на распределение ориентации директора нематического жидкого кристалла в ячейке с боковыми электродами рассмотрена двумерная модель эффекта Фредерикса. При решении поставленной задачи были использованы стандартные конечно-разностные методы. Разработаны программы численного решения двумерного параболического дифференциального уравнения 2-го порядка на языках Фортран и Си/Си++. Определена пороговая напряжённость поля для перехода Фредерикса в центральной части ячейки и получены профили распределения ориентации директора в зависимости от места его локализации и от величины сильного электрического поля. Проведено сравнение полученных результатов с экспериментом.

18.03-01.110 **Низкочастотное ВКР на акустических колебаниях диэлектрических наносфер в водной суспензии. Бункин А.Ф., Давыдов М.А., Леднев В.Н., Першин С.М., Трифонова Е.А., Федоров А.Н. Кратк. сообщ. по физ. ФИАН. 2018. 45, № 6, с. 37-41. Рус.**

При определенной концентрации в водной суспензии наночастиц диэлектрика (сферы из латекса) был зарегистрирован сигнал низкочастотного ВКР. Величина сдвига линии ВКР близка

к её оценке по скорости «поперечного» гиперзвука в латексе.

18.03-01.111 **Математическая модель переноса и осаждения тонкодисперсных частиц в турбулентном потоке эмульсий и суспензий. Лаптев А.Г., Башаров М.М. Инженерно-физический журнал. 2018. 91, № 2, с. 377-386. Рус.**

Рассмотрена задача моделирования турбулентного переноса тонкодисперсных частиц в жидкостях. Используется подход, когда перенос частиц представляется в виде разновидности диффузионного процесса с коэффициентом турбулентного переноса к стенке. Записаны дифференциальные уравнения переноса для различных случаев и получено решение ячеечной модели для расчета эффективности сепарации в канале. На основе теории турбулентного переноса частиц и модели пограничного слоя получено выражение для расчета скорости турбулентного осаждения тонкодисперсных частиц. Показано применение данного выражения при определении эффективности физической коагуляции эмульсий в различных каналах и на поверхности хаотичных насаждений.

18.03-01.112 **О распространении звука в дисперсных средах. Казаков Л.И. Акустический журнал. 2018. 64, № 3, с. 330-341. Рус.**

В рамках ячеечной модели теоретически исследовано распространение звука в монодисперсных эмульсиях с произвольными объемными концентрациями. Принято, что ячейки эмульсии ограничены тонкими и невесомыми жесткими оболочками, позволяющими реализовать принцип минимума диссипации энергии при вязких звуковых потерях. Получены решения, охватывающие много частных случаев и широкие диапазоны параметров и переменных. Эти решения пригодны для изучения акустических свойств как эмульсий, так и суспензий, морских осадков, туманов, дымов, а также упруго-вязких материалов с твердыми или жидкими включениями, и т.п. Подробнее рассмотрено распространение и поглощение звука в эмульсиях и суспензиях. Выполнено сравнение с литературными экспериментальными данными.

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

18.03-01.113 **Экспериментальное исследование акустических свойств и микротвердости стали 45. Рошупкин В.В., Ляжовицкий М.М., Покрасин М.А., Минина Н.А., Кудрявцев Е.М. Перспективные материалы. 2018, № 3, с. 72-78. Рус.**

Исследованы скорость ультразвука, относительное температурное расширение и микротвердость стали 45. Измерения проводили как на отожженных, так и на закаленных образцах. Экспериментальное исследование акустических свойств и теплового расширения стали 45 проведено в температурном диапазоне от 20 до 1100°C, а микротвердости — от 20 до 500°C. Для учета теплового расширения стали были проведены дилатометрические исследования, результаты которых учитывались при расчете акустических свойств и при построении температурной зависимости плотности и модуля Юнга стали. Определены температурные границы фазовых превращений в исследованной стали. Экспериментальное исследование акусти-

ческих свойств стали проводили по разработанной авторами и аттестованной в ФГПУ “Стандартинформ” Методике ГСССД МЭ 216-2014. Исследование микротвердости осуществляли методом непрерывного индентирования с использованием индентора Берковича в соответствии с международным стандартом ISO 14577-1.215, 2.215, 3.215 и 4.207 на автоматической установке NanoTest. По результатам полученных экспериментальных и расчетных данных построены аппроксимирующие уравнения для температурных зависимостей теплофизических и механических свойств исследованной стали.

Акустическая кавитация, сонолюминесценция

18.03-01.114 Моделирование кавитации в высокоскоростных течениях в каналах. *Исаенко И.И., Махнов А.В., Смирнов Е.М., Шмидт А.А. Научно-технич. ведомости Санкт-Петербургского гос. политехнич. ун-та. Физ.-мат. н.* 2018. 11, № 1, с. 55-65. Рус.

Сформулирована модель кавитирующих течений, в которой используется лагранжево—эйлеровское описание многофазной среды и где учитывается гетерогенный механизм образования кавитационных пузырей. Для моделирования их роста и схлопывания применяется уравнение Рэлея—Плессе, дополненное уравнениями межфазного переноса массы и энергии, определяющими их внутренние параметры. Разработанная модель обеспечивает качественное совпадение формы кавитационной каверны и положения ее задней границы с экспериментальными наблюдениями.

18.03-01.115 Численно-экспериментальное изучение динамики пузырька, контактирующего с твердой поверхностью. *Абрамова О.А., Азатов И.Ш., Гумеров Н.А., Питюк Ю.А., Саметов С.П. Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2018, № 3, с. 3-13. Рус.

Предложен комплексный численно-экспериментальный метод исследования трехмерной динамики пузырька, находящегося в контакте с поверхностью, под действием акустического поля. Численный подход основан на методе граничных элементов для потенциальных течений, который особенно эффективен для решения задач в трехмерной постановке. Применение набирающих популярность гетерогенных архитектур ЭВМ, состоящих из центральных и графических процессоров, позволяет увеличить масштаб задачи и значительно ускорить расчеты. Проблемы с дестабилизацией сетки решаются использованием сферического фильтра. Для описания динамики контактной линии рассматривается полумэмпирический закон движения. Экспериментальный метод основан на высокоскоростной видеорегистрации и оптической микроскопии. Пузырек воздуха находится в контакте с внутренней поверхностью экспериментальной ячейки, выполненной из оргстекла и заполненной дистиллированной водой. Акустическое поле в ячейке образуется дисковым акустическим излучателем и измеряется с помощью гидрофона. Рассматривается поведение пузырька, контактирующего с гидрофильной поверхностью с закрепленной или движущейся контактной линией. Исследуются поверхностные и объемные колебания пузырька. Результаты численного моделирования качественного согласуются с экспериментальными данными.

Фононы в кристаллической решетке, квантовая акустика

18.03-01.116 Прямые и обратные акустические волны в кристаллах с высокой пьезоактивностью и диэлектрической проницаемостью. *Кузнецова И.Е., Недоспасов И.А., Кузнецова А.С. Известия РАН. Серия физическая.* 2018. 82, № 1, с. 545-549. Рус.

Приводятся результаты исследования характеристик акустических волн различных типов в пластинах из керамических материалов, характеризующихся высокой пьезоактивностью и диэлектрической проницаемостью, таких как $0.95(\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{0.5})\text{TiO}_3-0.05\text{BaTiO}_3$, $(\text{K}, \text{Na})(\text{Nb}, \text{Ta})\text{O}_3$ и $\text{Ba}(\text{Zr}_{0.2}\text{Ti}_{0.8})\text{O}_{3-50}(\text{Ba}_{0.7}\text{Ca}_{0.3})\text{TiO}_3$. Для направлений распространения XY и YX рассчитаны зависимости фазовых ско-

ростей и коэффициентов электромеханической связи этих волн от параметра hf (h — толщина пластины, f — частота волны). Обнаружено, что все исследованные материалы характеризуются наличием частотных диапазонов, в которых существуют обратные акустические волны, у которых фазовая и групповая скорости направлены в разные стороны. В случае монокристалла $0.95(\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{0.5})\text{TiO}_3-0.05\text{BaTiO}_3$ обнаружено существование очень широких частотных диапазонов для волн с отрицательной групповой скоростью, которые слабо зависят от изменения электрических граничных условий на поверхности пластины. Показано, что величина коэффициента электромеханической связи для акустических волн в исследованных материалах является максимальным для SH₁-волны в YX $\text{Ba}(\text{Zr}_{0.2}\text{Ti}_{0.8})\text{O}_{3-50}(\text{Ba}_{0.7}\text{Ca}_{0.3})\text{TiO}_3$ и может достигать значений от 7 до 30% в диапазоне значений параметра $hf = 1330-2000 \text{ м}^2 \text{ с}^{-1}$.

18.03-01.117 Сверхзвуковые N-краудионы в двумерном кристалле Морзе. *Дмитриев С.В., Корзникова Е.А., Четвериков А.П. Ж. эксперим. и теор. физ.* 2018. 153, № 3, с. 417-423. Рус.

Междоузельный атом, помещенный в плотноупакованный атомный ряд кристалла, называется краудионом. Такие дефекты очень подвижны, они могут перемещаться вдоль ряда, перенося массу и энергию. В данной работе понятие классического сверхзвукового краудиона обобщается на N-краудион, в котором не один, а N атомов движутся одновременно с большей скоростью. С помощью молекулярно-динамического моделирования для плотноупакованного двумерного кристалла Морзе показано, что N-краудионы осуществляют массоперенос намного эффективнее, так как они способны пробегать большие расстояния, имея меньшую полную энергию, чем классический 1-краудион.

18.03-01.118 Особенности распространения акустических волн в кристаллах ромбоэдрической симметрии. *Адамова М.Е., Жуков Е.А., Каминский А.В. Вестник Тихоокеанского гос. ун-та.* 2018, № 1, с. 9-14. Рус.

Изучены особенности распространения упругих волн в анизотропных кристаллах. Исследована анизотропия фазовых и групповых скоростей звука на примере кристаллов ромбоэдрической симметрии. Выполнен расчет угла отклонения потока энергии, построены лучевые поверхности упругих волн.

Плазменная акустика

18.03-01.119 Параметрический резонанс и перенос энергии в пылевой плазме. *Семенов В.П., Тимофеев А.В. Мат. моделир.* 2018. 30, № 2, с. 3-17. Рус.

Для описания динамики монослоя пылевых частиц в плазме газового разряда построена модель, позволяющая аналитическое и численное исследование плазменно-пылевой системы. Механизм переноса энергии между горизонтальным и вертикальным движением пылевых частиц, основанный на параметрическом резонансе, описан с помощью расширенного уравнения Матъё. При исследовании данного уравнения получены области резонанса и показатели роста энергии пылевых частиц. На основе анализа полученных данных уточнены условия возникновения параметрического резонанса в плазменно-пылевой системе и описана начальная стадия процесса переноса энергии. Показано, что в разогрете системы принимает участие широкий спектр колебаний пылевых частиц, выделены частоты, вносящие в него наибольший вклад.

18.03-01.120 Трехмерная численная модель взаимодействия лазерного излучения с плазмой пластиковой мишени. *Имшенник В.С., Гинзбург С.Л., Жуков В.Т., Дьяченко В.Ф. Мат. моделир.* 2018. 30, № 4, с. 43-65. Рус.

В трехмерной модели взаимодействия мощного электромагнитного поля с плазмой сверхкритической плотности путем численного решения уравнений Власова—Максвелла получен эффект генерации протонов и ядер углерода высоких энергий, впервые открытый в экспериментах 2000 года на петаваттном лазере Ливерморской Национальной Лаборатории им. Лоуренса (США).

18.03-01.121 Влияние эффекта нелокальности на

рассеивающие свойства несферических плазмонных наночастиц на подложке. *Еремин Ю.А., Свешников А.Г. Мат. моделир.* 2018. 30, № 4, с. 121-138. Рус.

На основе метода Дискретных источников построена и реализована новая математическая модель, позволяющая учитывать эффект нелокальности (ЭН) в задачах рассеяния света плазмонными наночастицами, расположенными на подложке. Исследовано влияние учета ЭН на интегральные характеристики рассеяния в спектральном диапазоне, вблизи плазмонного резонанса (ПР). Показано, что учет ЭН приводит к сдвигу и существенному изменению амплитуды ПР.

18.03-01.122 Аналитические решения уравнения шамеля, описывающие распространение ионно-звуковых волн в плазме двух типов, и их параметрическое исследование. *Дагхан Д., Донмец О. Прикладная механика и техническая физика.* 2018. 59, № 3, с. 5-13. Рус.

С использованием численных методов исследуются свойства аналитических решений уравнения Шамеля, описывающих распространение ионно-звуковых солитонов в плазме двух типов. Впервые получены аналитические решения уравнения Шамеля, описывающие распространение солитонов с отрицательной фазовой скоростью. Полученные новые решения использованы для исследования плазмы двух типов. Изучено влияние неэкстенсивности солитона и захваченных электронов на ионно-звуковые волны в сверхнагретой плазме. Установлено, что амплитуда и ширина солитона зависят от параметра неэкстенсивности, параметра каппа-распределения сверхнагретых электронов и параметра захвата электронов.

18.03-01.123 Электрические токи, индуцированные в плазме ионно-звуковыми солитонами: учет захваченных электронов. *Трухачев Ф.М., Томов А.В., Могилевский М.М., Чугунин Д.В. Письма в Журнал технической физики.* 2018. 44, № 14, с. 87-96. Рус.

Исследованы токи, индуцируемые ионно-звуковыми солитонами в двухкомпонентной плазме, в приближении магнитной гидродинамики (МГД-модели) с учетом захваченных электронов. Показано, что солитоны возбуждают однополярные импульсы ионного и электронного токов, описаны механизмы их возбуждения. Рассчитаны пространственно-временные характеристики токовых импульсов, определены требования к пространственно-временному разрешению экспериментального оборудования, необходимого для регистрации плазменных токов, индуцированных солитонами. Показано, что солитоны являются эффективным механизмом генерации плазменных токов.

См. также **18.03-01.102**

Наноакустика, акустика тонких пленок и капель с наночастицами

18.03-01.124 Исследование динамики контактной линии под паровым пузырьком при кипении жидкости на поверхности прозрачного нагревателя. *Суртаев А.С., Сердюков В.С. Теплофиз. и аэромех.* 2018, № 1, с. 71-77. Рус.

Представлены результаты экспериментального исследования динамики роста и отрыва паровых пузырей при кипении жидкости, полученные с использованием высокоскоростных видеосъемки и ИК-термографии. Исследования проводились при кипении воды на линии насыщения при атмосферном давлении в диапазоне тепловых потоков 30–150 кВт/м². Для визуализации процесса и определения скоростей роста внешнего диаметра пузыря, области микрослоя и области сухого пятна в опытах использовался прозрачный тонкопленочный нагреватель толщиной 1 мкм, осажженный на подложку из сапфира, а видеосъемка осуществлялась с нижней стороны поверхности участка. Для исследования интегрального теплообмена, а также локальных нестационарных тепловых характеристик использовалась высокоскоростная ИК-термография с частотой до 1 кГц. Высокоскоростная видеосъемка показала, что после образования парового пузыря и формирования области микрослоя в короткий промежуток времени (до 1 мс) под паровым пузырьком возникает сухое пятно. Были обнаружены различные стадии

распространения границы контактной линии. Показано, что на начальной стадии до развития мелкомасштабных возмущений на границе сухого пятна скорость распространения постоянна. Также выявлено, что стадия отрыва пузыря начинается после полного испарения жидкости в области микрослоя.

18.03-01.125 Анализ устойчивости стекающей пленки на плоскости с синусоидальными неровностями. *Могилевский Е.И., Шкадов В.Я. Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2018, № 3, с. 40-53. Рус.

Рассматривается стекание пленки вязкой жидкости по вертикальной стенке с синусоидальным рельефом. С использованием теории Флоке изучена линейная устойчивость стационарного течения к периодическим по времени возмущениям. Показано, что изменение коэффициентов усиления возмущений при нанесении неровностей пропорционально второй степени их амплитуды. В зависимости от параметров рельефа возможно как расширение области неустойчивости, так и стабилизация некоторых возмущений. Значения коэффициентов усиления получены численно и аналитически в приближении малой амплитуды неровностей. Проведено моделирование развития волн из малых возмущений в рамках нелинейных уравнений, обнаружено образование структур, длина волны которых существенно превышает пространственный период рельефа.

18.03-01.126 Моделирование плоских волн детонации в газозвеси наноразмерных частиц алюминия. *Хмель Т.А., Фёдоров А.В. Физика горения и взрыва.* 2018. 54, № 2, с. 71-81. Рус.

Представлена физико-математическая модель детонации газозвеси частиц алюминия нанометрового диапазона размеров с учетом перехода от континуального к свободномолекулярному режиму обтекания и теплообмена частиц. Предложена формула логарифмической интерполяции для времени тепловой релаксации в переходном режиме. Развита полуэмпирическая модель приведенной кинетики горения аррендиусовского типа, обеспечивающая согласование с известными экспериментальными данными. Проанализированы стационарные структуры (Чепмена—Жуге, пересжатые), а также волны.

18.03-01.127 Ослабление и подавление детонационных волн в реагирующих газовых смесях облаками инертных микро- и наночастиц. *Тропин Д.А., Фёдоров А.В. Физика горения и взрыва.* 2018. 54, № 2, с. 82-88. Рус.

Предложены физико-математические модели для описания процессов распространения, ослабления и подавления детонации в смесях водород—кислород, метан—кислород и силан—воздух с инертными микро- и наночастицами. На основе этих моделей найдены зависимости дефицита скорости детонации от размера и концентрации инертных микро- и наночастиц. Выявлены три типа детонационных течений в газозвесах реагирующих газов и инертных наночастиц: стационарное распространение ослабленной детонационной волны в газозвеси, распространение галолирующей детонационной волны вблизи концентрационного предела, разрушение детонационного процесса. Определено, что механизмы подавления детонации микро- и наночастицами близки и заключаются в распаде детонационной волны на ослабляющуюся замороженную ударную волну и отстающий фронт воспламенения и горения. Концентрационные пределы детонации в рассматриваемых реагирующих газовых смесях с частицами диаметром от 10 нм до 1 мкм также сопоставимы. Оказалось, что при переходе от микрочастиц к наночастицам эффективность подавления детонации не увеличивается.

18.03-01.128 Моделирование оптических свойств поверхностных наноструктур для фотоакустических преобразователей. *Михитчуж Е.П., Козадаев К.В. Квантовая электроника.* 2018. 48, № 7, с. 630-636. Рус.

Статья посвящена разработке компьютерной модели и теоретическим исследованиям наноструктур в виде двумерного монослоя наночастиц (НЧ) благородных металлов на поверхности торца оптоволоконка. Осуществлен подбор параметров фотоакустических преобразователей на основе наноструктур для различных окружающих сред с целью обеспечения высокого коэффициента поглощения оптического излучения, что, в свою оче-

редь, обеспечивает наиболее эффективную генерацию ультразвука. Установлено, что эффективное фотоакустическое преобразование может быть достигнуто в поверхностной наноструктуре из сферических НЧ золота на горце оптического волокна в воде в широких диапазонах микроскопических параметров наноструктуры. Показано, что в случае резонансного поглощения оказывается также большим коэффициент обратного отражения, вследствие чего при построении фотоакустических генераторов необходимо обеспечить оптическую изоляцию применяемого лазера.

См. также 18.03-01.121

Поверхностные волны в твердых телах и жидкостях

18.03-01.129 Перспективы применения датчиков на пав (поверхностные акустические волны) в авиационном моторостроении. *Жгун С.А., Швецов А.С., Смирнов Ю.К., Меркулов А.А., Раков А.В., Маслов В.П., Минеев В.И.* *Авиакосмическое приборостроение*. 2018, № 3, с. 48-55. Рус.

Получение достоверной информации о физическом состоянии узлов и деталей испытываемых авиационных двигателей в реальном масштабе времени является чрезвычайно важной и сложной задачей. Детали и узлы двигателя, в том числе вращающиеся с большой скоростью, испытывают большие тепловые и механические нестационарные нагрузки, вибрации и деформации. Информация от датчиков, находящихся на вращающемся роторе двигателя должна передаваться с помощью бесконтактных телеметрических систем. При измерениях в условиях температур, превышающих 100–150°C питание датчиков от аккумуляторов и батарей становится проблематичным, так же, как и использование полупроводниковой электроники. По этой причине имеет смысл обратиться к устройствам на поверхностных акустических волнах (ПАВ), использующим энергию внешнего электромагнитного сигнала как для опроса чувствительного элемента, так и для формирования переизлученного сигнала, содержащего информацию об измеряемом параметре. Принцип действия таких устройств, основанный на распространении в пьезоэлектрических кристаллах поверхностных акустических волн на определенных частотах радиодиапазона (примерно от 10 МГц до 5 ГГц), определяет естественные области применения в измерениях температуры, деформаций, и уровня воздействия физических явлений на поверхность, ввиду влияния всех этих эффектов на скорость распространения ПАВ и на размеры устройства. Расстояние от опрашивающего устройства до пассивного датчика на ПАВ может достигать десятков метров. В работе отражены аспекты измерения параметров быстропеременных деформаций и, в частности, вибраций с помощью датчиков на ПАВ. Описываются физические основы и экспериментальные подходы для измерения возникающих при вибрациях деформаций и результаты сравнения выходных сигналов, полученных из беспроводных измерений с помощью датчика на ПАВ и из традиционных проводных измерений с помощью тензорезистора.

18.03-01.130 Фазовая структура колебаний жидкости с плавающей упругой ледяной пластинкой при нелинейном взаимодействии прогрессивных поверхностных волн. *Букатов А.Е., Букатов А.А.* *Мор. гидрофиз. жс.* 2018, № 1, с. 5-19. Рус.

На основе построенных методом многих масштабов асимптотических разложений до величин третьего порядка малости для потенциала скорости движения однородной жидкости конечной глубины и для возвышения поверхности пластинки—жидкость (лед—вода) проанализированы дисперсионные свойства колебаний, формируемых при взаимодействии прогрессивных гармоник поверхностных волн конечной амплитуды. Рассмотрены изменения частоты колебаний за счет вклада обусловленных учетом нелинейности величин первого и второго приближений. Исследовано влияние нелинейности ускорения вертикальных смещений ледяной пластинки на амплитуду, частоту и фазовую скорость волновых возмущений. Показано, что частота колебаний при волновых числах, больше

максимального резонансного значения, увеличивается при учете нелинейности ускорения вертикальных смещений пластинки. Растет она и при увеличении толщины пластинки, а смена знака (с плюса на минус) амплитуды второй взаимодействующей гармоники уменьшает значение частоты при фиксированном волновом числе. Рост фазовой скорости при учете нелинейности ускорения значительнее, чем без учета. При отрицательном значении амплитуды второй взаимодействующей гармоники фазовая скорость в случае учета нелинейности ускорения меньше, чем без учета.

18.03-01.131 Исследование влияния микронеоднородности среды на распространение поверхностных волн. *Хлыбов А.А.* *Дефектоскопия*. 2018, № 6, с. 3-10. Рус.

На основании анализа литературных данных показано, что при усталостном нагружении в поверхностном слое порядка нескольких размеров зерен ускоренно протекает процесс зарождения и развития системы микротрещин. В результате этого модули упругости, плотность материала изменяются. Их можно описать в виде эффективных характеристик материала. Решена задача распространения поверхностных волн в микронеоднородной среде, в которой имеет место дисперсия, а толщина поверхностного слоя изменяется незначительно. На примере испытания образцов из стали 08X18H10T на малоцикловую усталость показано, что скорость распространения поверхностных волн меняется быстрее по сравнению с объемными (продольными и сдвиговыми), что может быть использовано в задачах контроля на ранних стадиях усталостного разрушения.

18.03-01.132 Динамика пакета волн на поверхности неоднородно завихренной жидкости (лагранжево описание). *Абрашкин А.А., Пелиновский Е.Н.* *Известия РАН. Физика атмосферы и океана*. 2018, 54, № 1, с. 112-117. Рус.

Выведено нелинейное уравнение Шредингера (НУШ), описывающее пакеты слабонелинейных волн в неоднородно завихренной жидкости бесконечной глубины. Завихренность предполагается произвольной функцией лагранжевых координат и квадратичной по малому параметру, пропорциональному крутизне волны. Показано, что критерии модуляционной неустойчивости рассмотренных слабозавихренных волн и потенциальных волн Стокса на глубокой воде совпадают. Влияние завихренности проявляется в сдвиге волнового числа высокочастотного заполнения. Отмечается особый случай волн Герстнера, для которых коэффициент при нелинейном члене в НУШ равен нулю.

18.03-01.133 Гибридные поверхностные волны от гармонического источника возмущений. *Булатов В.В., Владимиров Ю.В.* *Известия РАН. Физика атмосферы и океана*. 2018, 54, № 2, с. 221-226. Рус.

Рассмотрена задача о построении равномерных асимптотик дальних полей поверхностных возмущений от локализованного гармонического источника в потоке тяжелой однородной жидкости бесконечной глубины. Показано, что волновая картина возбуждаемых дальних полей при определенных параметрах генерации представляет собой систему гибридных волновых возмущений, одновременно обладающих свойствами волн двух типов: кольцевидных (поперечных) и клиновидных (продольных). Изучены особенности фазовой структуры и волновых фронтов возбуждаемых полей. Построены равномерные асимптотики решений, описывающие гибридные поверхностные волновые возмущения вдали от гармонического источника.

Акустоэлектроника

18.03-01.134 Акустоэлектронные эффекты в наноразмерных гетеролазерах. *Кулакова Л.А., Лютецкий А.В.* *Известия РАН. Серия физическая*. 2018, 82, № 1, с. 550-555. Рус.

Экспериментально и теоретически изучено воздействие акустических деформаций активной среды на спектральные характеристики излучения гетеролазеров на квантовой яме и квантовых точках. Представлен краткий обзор ранее полученных результатов исследования воздействия на частотный спектр излучения. Проведен детальный анализ поляризационных эффектов, обнаруженных в последнее время в лазерных структурах

различного состава при различных превышениях рабочего тока над его пороговой величиной.

Акустические явления в метаматериалах

18.03-01.135 Локализованные нелинейные волны деформации в классе метаматериалов, задаваемых как цепочка «масса-в-массе». Ерофеев В.И., Колесов Д.А. *Вестник научно-технического развития*. 2018, № 1, с. 3-12. Рус.

Известная математическая модель, представляющая собой цепочку осцилляторов, состоящую из упругих элементов и масс, каждая из которых содержит внутренний осциллятор и описывающая класс акустических метаматериалов «масса-в-массе», обобщена путем учета нелинейности внешнего и (или) внутреннего упругих элементов. В результате анализа длинноволнового приближения полученной системы показано, что в метаматериале, при динамическом воздействии на него, могут формироваться пространственно-локализованные нелинейные волны деформации (солитоны). Определены зависимости, связывающие параметры локализованной волны: амплитуду, скорость и ширину с инерционными и упругими характеристиками метаматериала.

Магнитоакустический эффект, осцилляции и резонанс

18.03-01.136 Влияние вязкости на развитие магниторотационной неустойчивости в кольцевом канале. Четкин В.М., Сычугов К.Р., Луговский А.Ю., Пастухов А.Н. *Мат. моделир.* 2018. 30, № 4, с. 108-120. Рус.

Продолжено исследование развития магниторотационной неустойчивости (МРН) в лабораторной установке с помощью вычислительных экспериментов. Исследуется неустойчивость вращательного течения жидкого натрия в кольцевом канале. Проведено моделирование такого течения при более реалистичных значениях числа Рейнольдса с целью определения зависимости параметров МРН от коэффициента вязкости течения.

18.03-01.137 Детектирование магнитного поля объемными акустическими волнами в образцах поликристаллического пермаллоя. Анисимкин В.И., Верона Э., Кузнецова И.Е. *Нелинейный мир*. 2018. 16, № 2, с. 34-35. Рус.

Проведено сравнение различных конфигураций детекторов магнитного поля, которые основаны на распространении объемных акустических волн в образцах поликристаллического пермаллоя с процентным содержанием компонента 80% (Ni) к 20% (Fe). Исследованы особенности каждой конфигурации. Измерена полная матрица упругих констант магниточувствительного материала.

18.03-01.138 Акустические исследования динамики ориентационных процессов в немагнитических жидких кристаллах в конических магнитных полях. Геворкян Э.В., Ларионов А.Н., Ефремов А.И., Ларионова Н.Н. *Жидкие кристаллы и их практическое использование*. 2015. 15, № 2, с. 6-11. Рус.

Приведены результаты экспериментальных и теоретических исследований кинетики ориентационных процессов в ЖК-440 (смесь (1:2) п-н-бутил-п-гептаноилоксиазоксибензола (БГОАБ) и п-н-бутил-п-метоксиазоксибензола (БМОАБ)) и в БББА (п-н-бутоксидибензилден-п-бутиланилин) в конических магнитных полях. Предложена методика формирования конического магнитного поля. Установлен характер влияния угла β между вектором индукции и осью вращения магнитного поля на фазовую зависимость коэффициента поглощения ультразвука. Уменьшение угла β вызывает уменьшение фазового сдвига между директором и вектором магнитной индукции, анизотропии коэффициента поглощения ультразвука и расширяет частотный диапазон синхронного режима движения директора. При угле β , меньшем 56° , фазовый сдвиг между директором и вектором индукции не превышает 45° и асинхронный режим не наблюдается. Выполнен анализ движения директора в коническом магнитном поле. Показано соответствие решения уравнений гидродинамики в коническом магнитном поле полученным экспери-

ментальным результатам. Данный метод, в отличие от классического метода вращающегося поля, применим и для больших значений коэффициентов вязкости, в нематиках вблизи перехода в смектическую или кристаллическую фазы, а также в смектиках С.

18.03-01.139 Исследование влияния пластического деформирования на акустические и магнитные характеристики аустенитной и аустенитно-ферритной сталей. Клошников В.А., Мишакин В.В. *Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия: Машиностроение*. 2018, № 2, с. 102-113. Рус.

Приведены результаты исследования влияния пластического деформирования на магнитные и акустические характеристики аустенитной стали 12X18H10T и аустенитно-ферритной стали 12X21H5T. Установлены закономерности изменений ультразвуковых параметров и содержания ферритной фазы в процессе пластического деформирования аустенитной и аустенитно-ферритной сталей при разных скоростях деформации. Выявлены различия в характере изменения магнитных характеристик при деформировании исследованных материалов.

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

18.03-01.140 Неколлинеарная акустооптическая фильтрация полихроматических беселевых световых пучков в одноосных кристаллах. Кулак Г.В., Крох Г.В., Ропот П.И., Шакин О.В. *Журнал прикладной спектроскопии*. 2018. 85, № 3, с. 486-491. Рус.

Исследованы особенности неколлинеарной акустооптической фильтрации квазибездифракционных беселевых световых пучков в одноосных кристаллах. Получены уравнения связанных волн для векторных амплитуд падающего беселева пучка о-типа и дифрагированного пучка е-типа различных мод. Найдено выражение для эффективности дифракции в зависимости от параметров взаимодействующих беселевых пучков о- и е-типа, а также от значений интегралов перекрытия. С использованием метода интегралов перекрытия показано, что независимо от значения моды беселевого светового пучка в условиях поперечного фазового синхронизма дифрагированных беселевых пучков о- и е-типа в диапазоне оптического спектра 0.4–1.1 мкм в кристаллах парателлурида достижима полоса пропуска фильтра ~ 0.6 нм.

18.03-01.141 Фемто-, пикосекундная и "терагерцевая" оптоакустика. Егоров С.В. *Известия РАН. Серия физическая*. 2018. 82, № 1, с. 532-537. Рус.

Рассматриваются возможности, открывающиеся перед оптоакустической диагностикой благодаря появлению надежных лазерных импульсных источников фемто- и пикосекундной длительности и новых средств приема и обработки высокочастотных сигналов. Основа новых возможностей — объемный источник звука, возникающий как следствие пробоя среды под действием суперкоротких импульсов. Дается обзор новых мировых достижений, и интерпретируются результаты ряда модельных экспериментов по оптоакустической диагностике газовых примесей в малых концентрациях и по прецизионному исследованию морского шельфа.

18.03-01.142 Акустооптический модулятор многоцветного излучения на основе ниобата лития. Котов В.М., Аверин С.В., Котов Е.В. *Прикладная физика*. 2018, № 1, с. 74-77. Рус.

Исследована акустооптическая (АО) брэгговская дифракция многоцветного излучения, генерируемого Аг-лазером в синезеленой области спектра, на акустической волне, распространяющейся в кристалле ниобата лития. Показано, что, с точки зрения фазового синхронизма оптических лучей с одной акустической волной, ниобат лития существенно превосходит широко используемый на практике парателлурит при частотах модуляции менее 80 МГц, где парателлурит вносит сильные искажения. Выполненные эксперименты по импульсной модуляции оптического излучения Аг-лазера на частоте звука 56 МГц подтвердили теоретические выводы.

18.03-01.143 Моделирование процесса насыщения кислородом биологических тканей с помощью оптоакустического метода. *Кравчук Д.А., Старченко И.В. Науч. приборостр.* 2018. 28, № 2, с. 20-24. Рус.

Работа посвящена моделированию оптоакустических сигналов от эритроцитов с учетом кислородонасыщения для лазерного излучения с длиной волны 700 нм. Смоделированы пространственные организации тканей, непересекающихся, случайно распределенных смесей оксигенированных и дезоксигенированных эритроцитов в двумерном пространстве. Представлена теоретическая модель для изучения влияния SO_2 крови на оптоакустические сигналы. Для этого рассматривались смеси оксигенированных и дезоксигенированных эритроцитов. Полученный сигнал от эритроцитов был рассчитан с использованием принципа линейной суперпозиции для сигналов, излучаемых отдельными эритроцитами. Было замечено, что амплитуда оптоакустического сигнала возрастала по мере уменьшения SO_2 для оптического излучения 700 нм.

18.03-01.144 Экспериментальное исследование сверхширокополосной и сверхширокоапертурной неколлинеарной акустооптической дифракции в оптически двуосном кристалле калий титанил арсената. *Мильков М.Г., Волошинов В.В., Исаенко Л.И., Веденяпин В.Н. Вестник МГУ. Серия 3: Физика. Астрономия.* 2018, № 1, с. 84-89. Рус.

Исследовано акустооптическое взаимодействие в оптически двуосной кристаллической среде при распространении света вблизи одной из оптических осей кристалла калий титанил арсената $KTiOAsO_4$. Получены экспериментальные данные зависимостей интенсивности дифрагированного оптического пучка от угла падения света на ультразвуковую волну. Показано, что плоский участок среза поверхности волновых векторов оптически двуосного материала позволяет создать сверхширокоапертурный и сверхширокополосный акустооптический дефлектор для управления излучением в видимом и ИК диапазонах электромагнитного спектра.

18.03-01.145 Измерение толщины тонких металлоизделий с помощью ультразвука, возбуждаемого лазерными наноимпульсами. *Гуревич С.Ю., Петров Ю.В., Голубев Е.В. Дефектоскопия.* 2018, № 3, с. 3-6. Рус.

Установлено, что при генерации ультразвуковых волн Лэмба в тонких металлоизделиях с помощью термоакустического излучателя диаметром от 3 мм и больше происходит разделение ультразвукового импульса. Этот факт дает возможность измерить групповую скорость ультразвуковых волн. На основе зависимости скорости от частоты колебаний и толщины изделия (дисперсионные кривые) предложена методика измерения его толщины.

18.03-01.146 Лазерная фотоакустическая микроскопия отпечатков по виккерсу в титане. *Глазов А.Л., Морозов Н.Ф., Муратиков К.Л. Доклады академии наук.* 2018. 479, № 4, с. 382-385. Рус.

Методом фотоакустической микроскопии с пьезоэлектрической регистрацией сигнала получены изображения отпечатков по Виккерсу в титане. Показано, что анализ особенностей фотоакустических изображений позволяет получать информацию о характере присутствующих в металле внутренних напряжений. В рамках однотемпературной модели термоупругости материалов установлено, что зарегистрированные изменения структуры фотоакустических изображений могут быть обусловлены зависимостью коэффициента теплового расширения от напряжений и присутствием внутри отпечатка концентраторов напряжений.

18.03-01.147 Акустооптическая дифракция в парателлурите на медленной акустической моде. Повышение эффективности дифракции расходящегося света. *Антонов С.Н., Филатов А.Л. Журнал технической физики.* 2018. 88, № 6, с. 902-906. Рус.

Рассмотрены особенности брэгговской анизотропной акустооптической дифракции в парателлурите на медленной акустической волне. Показаны области частотно-угловых зависимостей, в которых существует эффективная дифракция, и сфор-

мулирована их практическая значимость. Получены численные значения для светового излучения с длиной волны света 1.06 мкм. Предложен метод повышения эффективности дифракции расходящегося оптического излучения, что в свою очередь приводит к повышению быстродействия акустооптического модулятора. Метод основан на многочастотном электрическом управлении акустооптическим модулятором. Экспериментально показано, что в отличие от одночастотного управления достигается существенное подавление интенсивности нулевого порядка дифракции, с 30 до 8%.

18.03-01.148 Беспolarизаторные акустооптические монохроматоры. *Епихин В.М., Визен Ф.Л., Магомедов З.А., Пальцев Л.Л. Журнал технической физики.* 2018. 88, № 7, с. 1071-1074. Рус.

Исследованы монохроматоры на основе неколлинеарного акустооптического фильтра без внешних поляризаторов, в которых в качестве элемента для выделения полезного дифрагированного светового пучка использованы: 1) пространственный фильтр-телескоп; 2) повернутая в плоскости дифракции выходная грань кристалла фильтра. Во втором случае для компенсации дисперсии кристалла акустооптического фильтра использована корректирующая призма из того же кристалла, установленная за выходной гранью фильтра по ходу отфильтрованного светового пучка. В результате увеличивается коэффициент пропускания монохроматора при эффективной компенсации углового дрейфа отфильтрованного светового пучка, упрощается конструкция монохроматора, а также уменьшаются его размеры.

18.03-01.149 Исследование отклика акустооптической линии задержки на короткое входное воздействие. *Гасанов А.Р., Гасанов Р.А. Приборы и техника экспериментов.* 2018, № 3, с. 54-56. Рус.

Рассмотрено влияние диаметра светового пучка, длительности входного импульса и скорости распространения упругой волны на процесс формирования сигнала на выходе акустооптической линии задержки (а.о.л.з.) с прямым детектированием. Анализируются особенности использования классического метода расчета выходного отклика а.о.л.з. Показано что, классический метод расчета может быть использован только при длительностях входного импульса, превышающих постоянную времени а.о.л.з.

18.03-01.150 Выделение двумерного контура независимой акустооптической дифракции. *Котов В.М., Аверин С.В., Котов Е.В. Квантовая электроника.* 2018. 48, № 6, с. 573-576. Рус.

Предложен метод фильтрации двумерных распределений пространственных частот световых волн, основанный на использовании поляризационно-независимой акустооптической (АО) брэгговской дифракции. Метод обеспечивает максимально возможную ширину полосы пропускания пространственных частот и минимальный размер разрешаемого АО элемента. Продемонстрировано выделение двумерного контура в нулевом брэгговском порядке. Основные теоретические выводы экспериментально подтверждены с использованием АО фильтра из парателлурита.

18.03-01.151 Математическое моделирование оптикоакустического сигнала от эритроцитов. *Кравчук Д.А., Старченко И.В. Вестник новых медицинских технологий: Теор. и науч.-практ. журн.* 2018. 25, № 1, с. 96-101. Рус.

Проведено математическое моделирование генерации оптоакустического сигнала от источника сферической формы. Поскольку 80% эритроцитов имеют сферическую форму, поэтому рассматривалась модель сферических источников оптоакустического сигнала. При воздействии на биожидкость (кровь) лазерным импульсом, происходит термическое расширение в жидкости, которое представляет собой процесс поглощения света в ограниченном объеме с последующей тепловой релаксацией и излучением ультразвуковых волн. Механизм теплового расширения представляет интерес для применения в медицинской диагностике, т.к. он является неинвазивным методом исследований. Зная законы формирования оптоакустического

сигнала от объектов сферической формы, в результате воздействия лазера, можно определить количество кровяных телец. Оптоакустические сигналы могут использоваться для изображения пространственного распределения оптических поглотителей. В работе разработана математическая модель, описывающая процесс формирования оптоакустического сигнала от эритроцитов наглядно демонстрирует возможность создания лазерного цитометра *in vivo*. Решено волновое уравнение для короткого лазерного импульса и сферической формы источника оптоакустического сигнала в жидкости. Рассчитаны амплитуды звукового давления, построен частотный спектр сигнала для реальных размеров эритроцитов с учетом среды поглощения лазерного излучения.

См. также 18.03-01.120, 18.03-01.128

Термоакустика, высокотемпературная акустика, фотоакустический эффект

18.03-01.152 Микроволновый нагрев жидкости, стабильно протекающей по круговому каналу в условиях нестационарного радиационно-конвективного теплообмена. Microwave heating of a liquid stably flowing in a circular channel under the conditions of nonstationary radiative-convective heat transfer. *Salomatov V.V., Puzyrev E.M., Salomatov A.V. Инженерно-физический журнал*. 2018. 91, № 2, с. 411-427. Англ.

A class of nonlinear problems of nonstationary radiative-convective heat transfer under the microwave action with a small penetration depth is considered in a stabilized coolant flow in a circular channel. The solutions to these problems are obtained, using asymptotic procedures at the stages of nonstationary and stationary convective heat transfer on the heat-radiating channel surface. The nonstationary and stationary stages of the solution are matched, using the "longitudinal coordinate-time" characteristic. The approximate solutions constructed on such principles correlate reliably with the exact ones at the limiting values of the operation parameters, as well as with numerical and experimental data of other researchers. An important advantage of these solutions is that they allow the determination of the main regularities of the microwave and thermal radiation influence on convective heat transfer in a channel even before performing cumbersome calculations. It is shown that, irrespective of the heat exchange regime (nonstationary or stationary), the Nusselt number decreases and the rate of the surface temperature change increases with increase in the intensity of thermal action.

См. также 18.03-01.124

Химические процессы и фазовые переходы при воздействии ультразвука

18.03-01.153 Механизм взаимодействия твердых и жидких металлов при ультразвуковом воздействии. *Сарычев В.Д., Низовский А.И., Новиков А.А., Невский С.А., Тренихин М.В., Грановский А.Ю., Громов В.Е. Доклады академии наук*. 2018. 479, № 3, с. 262-265. Рус.

На различных структурно-масштабных уровнях проведено исследование взаимодействия алюминиевого сплава ДТ1 с жидкой эвтектичной смесью галлия и индия при воздействии механических волн ультразвукового диапазона. Установлено, что глубокое проникновение эвтектичной смеси в твердый металл при воздействии ультразвука обусловлено образованием каналов, по которым идет продвижение смеси. Эти каналы наблюдаются как в осевом, так и в радиальных направлениях.

18.03-01.154 Диэлектрическая нелинейность и скорость ультразвука в области структурного фазового перехода в керамике $(\text{K}_{0.5}\text{Na}_{0.5})(\text{Nb}_{1-x}\text{T}_{max})\text{O}_3$. *Бурханов А.И., Борманис К., Семibrатов В.О., Сопит А.В., Штернберг А., Антонова М., Калване А. Известия РАН. Серия физическая*. 2018. 82, № 3, с. 270-274. Рус.

Исследован характер диэлектрического отклика сегне-

токерамики $(\text{K}_{0.5}\text{Na}_{0.5})(\text{Nb}_{1-x}\text{T}_{max})\text{O}_3 + 0.5$ моль% MnO_2 ($\text{KNN}_{1-x}\text{Ta}$) при температурах, включающих температуру структурного фазового перехода (СФП) из орторомбической в тетрагональную фазу, и проведено сравнение с поведением упругих свойств в данной области температур. Определен характер концентрационных зависимостей таких аномалий как температура максимума диэлектрической проницаемости $T_{max}(x)$ в области СФП и температура T_{extr} , где происходит максимальное приращение диэлектрической проницаемости при нагреве образца в области СФП. Выявлено совпадение T_{extr} с температурой, при которой наблюдается минимум скорости продольной звуковой волны $v(T)$ при СФП. При исследовании температурного поведения петель поляризации установлены особенности нелинейного диэлектрического отклика, связанные с сосуществованием различного типа доменных границ в области размытого структурного перехода в керамике $\text{KNN}_{1-x}\text{Ta}$.

18.03-01.155 Исследование акустического сигнала при плавлении льда под действием мощного лазерного излучения с длиной волны 2940 нм. *Ильичев Н.Н., Сидорин А.В., Гулямова Э.С., Пашигин П.П. Квантовая электроника*. 2018. 48, № 6, с. 516-520. Рус.

Измерены акустические сигналы, возникающие при плавлении тонкого (около 2 мкм) слоя льда, находящегося между двумя подложками, с помощью мощного лазерного излучения с длиной волны 2940 нм. Обнаружено, что при плавлении льда появляется акустический сигнал отрицательного давления, связанный с различными удельными объемами воды и льда. Амплитуда этого сигнала сравнима с амплитудой сигнала положительного давления, возникающего при действии лазерного излучения на такой же слой воды. Измерены формы акустических сигналов при изменении плотности энергии падающего на слой излучения. Изменение формы импульса отрицательного давления с увеличением плотности энергии излучения интерпретировано как разрыв сплошности среды. Проведены оценки температуры и давления в слое при нагреве воды и плавлении льда.

Ультразвук в неразрушающем контроле, промышленных технологиях и изделиях

18.03-01.156 Тенденции совершенствования современных ультразвуковых расходомеров. *Глушнев В.Д., Панов М.М. Вестн. МЭИ*. 2018, № 3, с. 94-100. Рус.

Для измерения расхода жидкости и других веществ, протекающих в трубопроводах, используют специализированные измерительные приборы — расходомеры. Ввиду большого числа разных по содержанию требований, предъявляемых к расходомерам, были разработаны и реализованы разнообразные методы измерения расхода, применяющиеся в зависимости от физико-химических свойств вещества, протекающего по трубе, требований к метрологическим характеристикам, простоте конструкции самого измерительного устройства и его обслуживанию. Ультразвуковой метод измерения — один из перспективных и быстроразвивающихся методов измерения расхода жидкостей. Ему присущи высокая надежность и точность, измерение расхода непроводящих жидкостей, а также возможность измерений без нарушения целостности стенок трубопровода. Наряду с этим, он обладает специфическими особенностями и проблемами, с которыми неизбежно сталкиваются все разработчики ультразвуковых расходомеров (УЗР). Проанализированы основные составляющие погрешности ультразвуковых расходомеров (гидродинамическая погрешность, погрешность измерения интервалов времени и разности времен пространства и др.), рассмотрены методы повышения их точности, используемые в современных УЗР, а также пути дальнейшего совершенствования. Основная цель данной работы — обзор текущего уровня развития и возможностей совершенствования данного метода, знакомство с крупными фирмами-производителями ультразвуковых расходомеров, их выпускаемыми приборами, применяемыми конструктивными и схемотехническими решениями. Статья актуальна для тех, кто нуждается в оценке возможностей ультразвуковых расходомеров, перспективах их применения, стремится разработать высоко-

точный ультразвуковой расходомер, обладающий улучшенными метрологическими характеристиками.

18.03-01.157 Устройство для ультразвуковой ускоренной сушки макаронных изделий в поле инфракрасного излучения. Романчиков С.А. *Ползуновский вестник*. 2018, № 1, с. 70-76. Рус.

Сушка полуфабрикатов макаронных изделий сложный, многоступенчатый и продолжительный процесс, влияющий на качество готовых изделий. Понижение влажности структуры полуфабрикатов макаронных изделий путем увеличения температуры позволяет значительно снизить развитие микробиологических, биохимических и других процессов, а также существенно влияет на сроки хранения готовых изделий. В работе предложено устройство, работа которого основана на принципах высокотемпературной сушки макаронных изделий в поле инфракрасного излучения при непрерывном воздействии ультразвука. Рассмотрены и описаны особенности и преимущества модернизации сушильного шкафа. Предложенное техническое решение позволяет в автоматическом режиме осуществить ускорение процесса сушки, стабилизации и охлаждения полуфабрикатов макаронных изделий, без снижения их качественных характеристик. Модернизация сушильного шкафа обеспечивает ускорение интенсификации скорости высокотемпературной сушки на 24–26%. Работа устройства основано на комплексном использовании ультразвуковых волн и инфракрасного излучения в процессе сушки, стабилизации и охлаждения макаронных полуфабрикатов. Комбинированное воздействие инфракрасного излучения с ультразвуком обеспечивает равномерное распределение влаги между частицами теста, позволяет быстрее увлажнять частицы дисперсной фазы. Это приводит к образованию ослабляющей клейковины, которая вызывает адгезийный и когезийный эффекты и упрочняет «склеивание» теста. Проведенные экспериментальные исследования позволили установить, что основными факторами ускорения сушки полуфабрикатов макаронных изделий являются повышенный коэффициент теплоотдачи и снижение вязкости жидкости от ультразвука. Воздействие ультразвука способствует ускорению перемещения влаги по капиллярам из глубины макаронного теста на поверхность и высокочастотным колебаниям кавитирующих пузырьков газа, находящихся в структуре изделий, которые выталкивают воду из капилляров. В процессе исследования установлены наиболее рациональные значения параметров уровня давления ультразвука и диапазона инфракрасного излучения.

18.03-01.158 Разработка акустических методов контроля напряжённо-деформированного состояния резьбовых соединений. Марусина М.Я., Фёдоров А.В., Прохорович В.Е., Беркутов И.В., Быченко В.А., Ткачева Н.В., Майоров А.Л. *Измерительная техника*. 2018, № 3, с. 60-64. Рус.

Показана актуальность разработки акустических методов контроля напряжённо-деформированного состояния резьбовых соединений. Представлены методы и схемы акустических измерений. Описан результат разработки и внедрения в производственный процесс специализированной оснастки, обеспечивающей повышение точности определения механических напряжений в резьбовом соединении.

18.03-01.159 Технологические особенности ультразвуковой резки полимерных материалов. Волков С.С., Неровный В.М., Коберник Н.В. *Вестник машиностроения*. 2018, № 3, с. 66-70. Рус.

Рассматриваются применение энергии ультразвуковых колебаний при резке пластмасс, синтетических тканей и полимерных пленок и схемы процесса, а также преимущества и целесообразность ультразвуковой резки пластмасс по сравнению с другими способами. Определено влияние основных параметров режима ультразвуковой резки на производительность процесса и качество разрезаемых пластмасс.

18.03-01.160 Влияние наложения низкочастотных механических колебаний на эффективность экстрагирования. Шишацкий Ю.И., Никель С.А., Бударнов А.В., Власов Ю.Н. *Вестник Воронежского государственного ун-та инженерных технологий*. 2018. 80, № 1, с. 25-29. Рус.

Показано, что эффективный перенос целевого компонента из сырья происходит в условиях турбулентного режима, обеспечиваемого наложением механических колебаний на двухфазную систему: твердое тело—жидкость. За счет такой гидродинамической обстановки в экстракторе интенсифицируются не только внешняя, но и внутренняя диффузия. Изучен способ интенсификации процесса экстрагирования с помощью низкочастотных механических колебаний в случае, когда колебательное движение совершает аппарат с подсырной сывороткой, содержащей взвешенные пористые частицы. Опыты проводились на лабораторных установках с подводом к двухфазной системе энергии извне, источником которой в первом случае являлся электромагнит, во втором – механический привод с эксцентриковым устройством. Представлены схемы установок. Режимные параметры изменялись в диапазонах: температура от 40 до 60°C, частота колебаний от 30 до 40 кол/с, амплитуда от 1 до 6,5 мм. В процессе экстрагирования текущая концентрация экстрактивных веществ находилась из уравнения материального баланса. Приведены экстракционные кривые, полученные по экспериментальным данным. Наблюдалось нарастание извлечения экстрактивных веществ во времени, причем оно было интенсивнее с увеличением частоты колебаний. Установлено, что рост амплитуды не оказывает столь существенного влияния на изменение указанных показателей. Интенсивность колебаний составляла до 260 мм/с. При этом выход экстрактивных веществ в частности из люпина в форме крупки равнялся 25%, а продолжительность процесса 18 мин. Эксперименты показали, что применение выбранного способа экстрагирования приводит к значительному ускорению процесса (до 2,5 раз) по сравнению с экстрагированием в плотном слое. Сделан вывод, что вследствие наложения на систему механических колебаний на поверхности и в порах твердой фазы возникают колебания давления, относительных скоростей, а также концентрации целевых компонентов двухфазной системы. В итоге создаются максимально возможные для исследованного процесса градиенты этих параметров.

18.03-01.161 Ультразвуковая сварка и ультразвуковой контроль пластмасс одновременно. В мире неразрушающего контроля. 2018. 21, № 1, с. 36-37. Рус.

18.03-01.162 Обработка обратно рассеянного сигнала в ультразвуковом контроле. Романшин Р.И., Романшин И.М. *Дефектоскопия*. 2018, № 6, с. 11-16. Рус.

Предложен метод обработки обратно рассеянного сигнала в ультразвуковом контроле толстостенных изделий, который базируется на нормировании интенсивности зарегистрированного сигнала к энергии за один цикл от излучения до первого донного отраженного сигнала. Он позволяет учитывать уровень зондирующего сигнала, влияние акустического контакта, усиление приемного тракта, затухание сигнала в процессе распространения и получать профиль сечения обратного рассеяния ультразвука материалом по пути распространения сигнала. Профиль сечения обратного рассеяния является основой для определения рассеянной поврежденности в объеме материала. Приведены результаты экспериментальной апробации предложенного метода. Разработана технология определения минимального усиления для «корректного» приема обратно рассеянного сигнала.

18.03-01.163 Экспериментальные исследования пав-сенсора применительно к требованиям атмосферного течеискателя. Масленников А.В., Зубков И.Л., Сажен С.Г. *Дефектоскопия*. 2018, № 6, с. 32-40. Рус.

Представлены экспериментальные данные, полученные при исследовании двух видов газоаналитических ячеек на основе ПАВ-сенсоров. Исследовались единичные ячейки (моноклетки), содержащие один газочувствительный сенсор, а также двойные (дифференциальные), содержащие газочувствительный и опорный сенсоры. Пробными веществами в исследовании являлись газовые смеси аммиака или сероводорода в искусственном воздухе. В качестве чувствительных покрытий, наносимых на поверхность ПАВ-сенсоров, использовались функциональные полимеры, модифицированные соединениями, определяющими селективность реакций с соответствующими пробными веществами. В результате исследований были определены статические и динамические характеристики обоих видов

ячеек при различных значениях предварительной загрузки газочувствительного ПАВ-сенсора чувствительным покрытием. Полученные характеристики позволили сделать вывод о пер-

спективности ПАВ-сенсора для устройств контроля герметичности, работающих в атмосферных условиях.

См. также 18.03-01.55

Акустика океана, гидроакустика

Звук в глубоком море, подводный звуковой канал

18.03-01.164 Модель взаимодействия носителя с погруженным автономным необитаемым подводным аппаратом по гидроакустическому каналу. *Садовский А.Ф. Труды Крыловского государственного научного центра.* 2018, № 1, с. 113-118. Рус.

Объект и цель научной работы. Объект научной работы — гидроакустический канал связи, соединяющий корабль-носитель и погруженный автономный необитаемый подводный аппарат (АНПА). Предметом научной работы является изучение влияния тактико-технических характеристик системы гидроакустической связи на эффективность действий АНПА с целью ее повышения. Материалы и методы. В ходе выполнения научной работы применялся метод системного анализа и оценки эффективности. Была построена обобщенная модель взаимодействия, отображающая существенные взаимосвязи реального процесса деятельности сил флота. Основные результаты. Модель взаимодействия носителя с АНПА по гидроакустическому каналу сочетает в себе оптимальные технические решения по передаче больших объемов информации и способы боевого применения средств гидроакустической связи. Применение в первичной оценке изображений, полученных от средств обнаружения в усеченном виде с малым объемом, позволит сэкономить энергоресурс аккумуляторных батарей и сократить потребность в использовании большого трафика канала. Вместе с тем для более детального анализа можно получить от аппарата только необходимый и достаточный объем информации в виде полноразмерных изображений. Заключение. Теоретическая значимость работы заключается в разработке методических положений организации обмена информацией с АНПА, позволяющих выявлять закономерности использования гидроакустического канала связи, влияющие на эффективность применения АНПА, улучшение которых должно привести к повышению боевой эффективности их носителей. Практическая значимость работы определяется применением новой модели передачи информации в условиях многолучевого гидроакустического канала с переменными во времени параметрами в документах по техническому проектированию перспективных средств гидроакустической связи.

18.03-01.165 Приближение геометрической акустики в исследовании распространения низкочастотных импульсов в придонном океаническом волноводе. *Голубев В.Н., Смирнов И.П. Известия вузов. Радиоп физика.* 2018, № 1, с. 34-43. Рус.

Приводятся результаты экспериментальных исследований распространения низкочастотных импульсных сигналов в глубоководном районе Индийского океана в условиях волновода, открытого со стороны дна, когда принимаемый на придонный приёмник сигнал приповерхностного источника представляет собой последовательность отражений от дна и поверхности океана. Для обработки данных использована пространственно-временная диаграмма, представляющая амплитуды принимаемых импульсов как функции дистанции и относительного времени их прихода. Показано, что, используя простую модель стратифицированного волновода с постоянным дном и приближение геометрической акустики для расчёта поля тонового сигнала, можно добиться хорошего совпадения результатов эксперимента с теоретическими. Это позволяет, в частности, определить эффективную глубину волновода для диапазона частот 5—40 Гц и оценить характеристики отражающей границы. Полученные результаты могут быть также использованы для прогнозирования параметров низкочастотного сигнала при его рас-

пространении в волноводах подобного типа.

18.03-01.166 Устойчивые компоненты поля в подводном звуковом канале. *Вировлянский А.Л. Известия РАН. Серия физическая.* 2018, № 1, с. 583-586. Рус.

Предложен способ отыскания компонент звукового поля в морском волноводе, которые слабо меняются при вариациях параметров поля скорости звука. Такие компоненты формируются узким пучком лучей, разброс вертикальных координат которых на пути до дистанции наблюдения остается меньше вертикального масштаба возмущения. Эти лучи фактически проходят через одни и те же неоднородности, и поэтому их фазы в присутствии возмущения приобретают примерно одинаковые приращения. Для монохроматического поля такая компонента в возмущенном и невозмущенном волноводе отличается лишь фазовым множителем. В случае импульсного поля возмущение приводит лишь к некоторой дополнительной задержке устойчивой компоненты как целого. Для выделения устойчивых компонент из полного поля предложена процедура, основанная на использовании разложения поля по когерентным состояниям. На простейшем примере показано, каким образом устойчивые компоненты поля могут быть использованы при решении задачи локализации источника.

18.03-01.167 Отечественные акустика и военная гидроакустика до 1917 г. *Беркутов Р.Н., Попов В.А., Селезнёв И.А. Гидроакустика.* 2015, № 21, с. 97-105. Рус.

18.03-01.168 Отечественная военная гидроакустика в первые годы советской власти (1917—1933 гг.) *Беркутов Р.Н., Попов В.А., Селезнёв И.А. Гидроакустика.* 2015, № 22, с. 110-120. Рус.

18.03-01.169 Выбор точек постановки антенн стационарных гидроакустических комплексов в глубоком море. *Гравин В.О. Гидроакустика.* 2015, № 23, с. 64-74. Рус.

Изложен численный метод решения задачи выбора места установки антенн СГАК, реализация которого проиллюстрирована двумя примерами. Выполнена сравнительная оценка возможных точек установки антенн на берегу шельфе Авачинского залива на восточном побережье полуострова Камчатка и в северо-восточной части Черного моря.

18.03-01.170 Использование автокорреляционной функции сигнала шумоизлучения на выходе пространственного канала. *Тимошенко В.Г. Гидроакустика.* 2015, № 23, с. 88-95. Рус.

Рассматривается и приводится обоснование возможности использования в задачах гидроакустики корреляционных методов, в частности автокорреляционной функции суммарного шумового процесса, обусловленного несколькими независимыми источниками. Представлены результаты моделирования и экспериментальные данные, полученные в реальных условиях.

18.03-01.171 Отечественная военная гидроакустика накануне Великой Отечественной войны (1934—1941). Часть первая. *Беркутов Р.Н., Попов В.А., Селезнёв И.А. Гидроакустика.* 2015, № 23, с. 96-106. Рус.

18.03-01.172 Отечественная военная гидроакустика накануне Великой Отечественной войны (1934—1941). (Часть вторая, начало в № 23 (3), 2015 г.) *Беркутов Р.Н., Попов В.А., Селезнёв И.А. Гидроакустика.* 2016, № 25, с. 94-104. Рус.

18.03-01.173 Развитие отечественных гидроакустических средств в послевоенный период (1946—1955). (Первая часть). *Беркутов Р.Н., Попов В.А., Селезнёв И.А. Гидроакустика.* 2016, № 28, с. 91-106. Рус.

18.03-01.174 Метод обнаружения синхросигнала

в многолучевом гидроакустическом канале. **Бобровский И.В.** *Гидроакустика*. 2017, № 31, с. 38-46. Рус.

Рассмотрен метод обнаружения синхросигнала в многолучевом гидроакустическом канале, обеспечивающий стабилизацию вероятности ложных тревог при изменении уровня входного сигнала. Представлены результаты модельных исследований.

18.03-01.175 Страницы истории развития зарубежной гидроакустики. **Бирюков И.Р., Петухова М.Н.** *Гидроакустика*. 2017, № 33, с. 78-85. Рус.

Приведены краткие сведения из истории развития гидроакустики в Европе и США.

См. также **18.03-01.3, 18.03-01.13**

Акустика мелкого моря

18.03-01.176 Предсказательное моделирование прибрежных гидрофизических процессов на многопроцессорной системе с использованием явных схем. **Суханов А.И., Чистяков А.Е., Шишнев А.В., Тимофеева Е.Ф.** *Мат. моделир.* 2018. 30, № 3, с. 83-100. Рус.

Целью работы является сравнение вычислительных эффективностей неявных и явных регуляризованных схем на примере актуальных задач гидрофизики — транспорта взвесей и штормовых нагонов, которые сводятся к нелинейным системам уравнений диффузии-конвекции. Задачами, для которых были применены явные регуляризованные схемы, являлись: перестроение донной поверхности в результате осаждения взвеси на дно водоема при дампинге грунта, а также задача моделирования штормового нагона в Таганрогском заливе Азовского моря 24—25 сентября 2014 г., когда под действием ураганного ветра в течение более чем 30 часов, скорость которого при порывах достигала 40 м/сек, произошел подъем уровня относительно ординара более чем на 420 см. По результатам численных экспериментов получена оценка, показывающая выигрыш во времени для явной схемы по отношению к неявной. Выигрыш явной регуляризованной схемы во времени на 512 ядрах супервычислительной системы ЮФУ в г. Таганроге на расчетной сетке $5001 \times 5001 \times 101$ узлов составил 71.5 раз по сравнению с неявной схемой.

18.03-01.177 Распространение звука в мелком море с неоднородным газонасыщенным дном. **Григорьев В.А., Петчиков В.Г., Росляков А.Г., Терёгина Я.Е.** *Акустический журнал*. 2018. 64, № 3, с. 342-358. Рус.

Приводятся методы и результаты численных экспериментов по распространению низкочастотного звука в одном из районов арктического шельфа со случайно-неоднородным газонасыщенным дном. Характеристики верхнего слоя донных осадочных пород (осадков), использованные при расчетах, были получены при 3D-сейсморазведке и малоглубинном бурении морского дна. Показано, что для неоднородных осадков можно определить эффективную скорость звука. Она оказывается равной средней скорости звука при усреднении по трассе распространения до глубины в осадках 0.6 длины волны в дне. При этом затухание акустических волн, наблюдаемое в воде на расстояниях более 30 глубин волновода в моделях неоднородного и однородного (с эффективной скоростью звука) дна, одинаково. Предложена оригинальная методика оценки распределения скорости звука в верхнем неоднородном слое осадков. Методика основана на измерениях затухания акустических волн в воде при волноводном распространении.

18.03-01.178 Реверберация широкополосных сигналов в мелком море при использовании фокусировки звука. **Луньков А.А.** *Акустический журнал*. 2018. 64, № 3, с. 359-368. Рус.

В рамках приближения нормальных волн (мод) получены выражения для расчета сигналов донной реверберации, регистрируемых горизонтальной антенной в неоднородном мелководном волноводе в широкой полосе частот. Эти выражения могут быть использованы для моделирования рассеянных дном сигналов как для моностатической, так и для бистатической геометрии, а также в случае, когда применяется фокусировка звука. С помощью построенной модели численно изучена структура дон-

ной реверберации в волноводе с различными параметрами и характеристиками приемных и излучающих систем. В качестве неоднородностей рассматривается наклон дна, изменение глубины термоклина и ветровое волнение. Продемонстрирована перспективность использования фокусировки звука обращением времени с помощью одиночного приемно-передающего элемента для усиления реверберационного сигнала, приходящего от заданного участка дна.

18.03-01.179 Инструментальное исследование поведения гибкой протяженной буксируемой антенны в условиях мелководья. **Борисов А.В., Желтков А.В., Заргин В.И., Рубанов И.Л., Семенова С.А.** *Гидроакустика*. 2015, № 21, с. 82-89. Рус.

Приведены результаты исследования поведения гибкой протяженной буксируемой антенны при ее буксировке в условиях мелководья.

18.03-01.180 Пеленгование широкополосных источников в мелком море с использованием результатов оценки координат скалярной антенны и ориентации векторно-скалярных приемников. **Белова Н.И., Кузнецов Г.Н.** *Гидроакустика*. 2015, № 22, с. 32-42. Рус.

После постановки в море постановки производится высокоточное определение координат разнесенных в пространстве приемных элементов, образующих в придонной области скалярную протяженную антенну, и пеленгование элементами антенны буксируемого широкополосного источника. Экспериментально доказана возможность дистанционной оценки трехмерной ориентации векторно-скалярных приемников в пространстве по акустическим сигналам. Это позволило сравнить результаты пеленгования с использованием пространственно развитой скалярной антенной с апертурой 100 м и одиночными точечными векторно-скалярными приемниками. Установлено, что после оценки координат и ориентации одиночного низкочастотный векторно-скалярный приемник и скалярная антенна определяют пеленг на движущийся источник с близкой равной погрешностью — не более 1° . Эксперименты проведены при буксировке пневмоисточника на расстояниях от 2 до 11 км. Показано, что оценки пеленга векторно-скалярными приемниками являются «динамическим инвариантом» и не зависят от условий распространения звука, рабочих частот и глубин расположения приемников и излучателя.

18.03-01.181 Характеристики флюктуаций эхосигналов для многолучевого канала зимой в мелком море. **Иванов С.А., Либенсон Е.Б., Соколов Д.А.** *Гидроакустика*. 2015, № 24, с. 75-83. Рус.

Представлены результаты оценки характеристик флюктуаций амплитуды откликов согласованного фильтра в многолучевом канале. Получены зависимости характеристик флюктуаций от разрешающей способности сигналов по времени. Исследования проведены на программном макете для условий мелкого моря, на примере Белого моря зимой.

18.03-01.182 Характеристики флюктуаций эхосигналов для многолучевого канала летом в мелком море. **Иванов С.А., Либенсон Е.Б.** *Гидроакустика*. 2016, № 26, с. 55-67. Рус.

Представлены результаты оценки характеристик флюктуаций амплитуды откликов согласованного фильтра в многолучевом канале. Получены зависимости характеристик флюктуаций от разрешающей способности сигналов по времени для сложных и тональных сигналов. Исследования проведены на программном макете для условий мелкого моря на примере летней гидрологии Белого моря.

18.03-01.183 Амплитудно-фазовая структура векторно-скалярного низкочастотного поля в мелком море. **Кузнецов Г.Н., Степанов А.Н.** *Гидроакустика*. 2016, № 27, с. 23-37. Рус.

Получены в интегральной и аналитической форме соотношения для расчета амплитудных и фазовых характеристик и выполнено моделирование зависимости от глубины источника эффективных фазовых скоростей (ЭФС), ортогональных проекций градиента фазы и вектора колебательной скорости (ВКС). Установлено, что в зонах максимумов поля наблюда-

ются устойчивые значения ЭФС, превышающие скорость звука в воде на 5–15%. Исследованы зависимости углов прихода в вертикальной плоскости эквивалентной плоской волны, ВКС и вектора Умова.

18.03-01.184 Военная гидроакустика в период Великой Отечественной войны (1941–1945). Беркутов Р.Н., Попов В.А., Селезнев И.А. *Гидроакустика*. 2016, № 27, с. 90-105. Рус.

18.03-01.185 Исследование интерференционной и фазовой структуры скалярных и векторных характеристик звукового поля в мелком море. Белова Н.И., Кузнецов Г.Н., Степанов А.Н. *Гидроакустика*. 2016, № 28, с. 39-41. Рус.

В мелком море экспериментально и компьютерным моделированием исследуется интерференционная структура пространственных низкочастотных амплитудных и фазовых характеристик скалярного поля, а также трех проекций вектора колебательной скорости и вектора потока мощности. Изучена связь зон интерференционных экстремумов с градиентами фазы в горизонтальной и вертикальной плоскостях, изменением направления вертикальной и горизонтальной составляющих вектора колебательной скорости и изменением угла возвышения вектора потока мощности в вертикальной плоскости. Установлено хорошее согласие экспериментальных и расчетных характеристик.

18.03-01.186 Обнаружение локального возмущения профиля скорости звука в мелком море с помощью вертикальной антенной решетки. Родионов А.А., Савельев Н.В. *Гидроакустика*. 2017, № 29, с. 70-79. Рус.

Исследована задача обнаружения локального возмущения профиля скорости звука в мелком море. Предполагается, что обнаружение осуществляется анализом принятого акустического сигнала, проходящего через возмущенную среду. Излучаемый сигнал представляет собой набор тональных компонент, а в качестве приемной системы используется вертикальная антенная решетка. Задача обнаружения решается с помощью критерия отношения правдоподобия (считается, что в принятом сигнале присутствует аддитивный гауссов шум). С помощью численного моделирования получены характеристики обнаружения для различного типа возмущений и различных отношений сигнал/шум.

18.03-01.187 Развитие отечественных гидроакустических средств в послевоенный период (1946–1955). (Вторая часть). Беркутов Р.Н., Попов В.А., Селезнев И.А. *Гидроакустика*. 2017, № 29, с. 95-107. Рус.

18.03-01.188 Характеристики флюктуаций экосигналов для многолучевого канала при направленном приеме в вертикальной плоскости в мелком море зимой. Иванов С.А., Либенсон Е.Б. *Гидроакустика*. 2017, № 32, с. 27-40. Рус.

Представлены результаты оценки характеристик флюктуаций амплитуды откликов согласованного фильтра (СФ) в многолучевом канале. Рассмотрена взаимосвязь между параметрами многолучевой структуры и характеристиками флюктуаций при совместном учёте разрешающей способности гидролокатора по времени и пространственной разрешающей способности гидролокатора в вертикальной плоскости. Исследования проведены на программном макете для условий мелкого моря на примере гидроакустических условий Белого моря, зимний период.

Взаимодействие звука с внутренними волнами и течениями

18.03-01.189 К теории склоновых течений. Ингель Л.Х. *Инженерно-физический журнал*. 2018. 91, № 3, с. 686-693. Рус.

Анализируются парадоксальные свойства классического решения Прандтля для течений, возникающих в полуграниченной жидкой (газообразной) среде над бесконечной однородно охлаждаемой/нагреваемой наклонной плоскостью. В частности, максимальная скорость стационарного склонового те-

чения, согласно этому решению, не зависит от угла наклона. Следовательно, отсутствует предельный переход к случаю нулевого угла, когда охлаждение/нагрев, очевидно, не должны приводить к возникновению однородных горизонтальных течений. Показано, что парадоксы не возникают, если не рассматривать источники плавучести бесконечных пространственных масштабов, действующие бесконечно долго. Из результатов, в частности, следует, что решение задачи для полуграниченной среды над однородно охлаждаемой поверхностью в поле силы тяжести неустойчиво по отношению к малым отклонениям этой поверхности от горизонтали.

18.03-01.190 Звуковое поле в прибрежном клине в области касания термоклина дном. Кацнельсон Б.Г., Ни З. *Известия РАН. Серия физическая*. 2018. 82, № 1, с. 597-600. Рус.

Рассматривается распространение звукового поля в области прибрежного клина в сторону глубокого моря при наличии термоклина. Показано, что при проходе области касания термоклина дном, когда глубина моря становится равной толщине термоклина, имеет место заметное изменение характера распространения, когда по мере распространения вниз по склону донно-поверхностные моды превращаются в придонные и возможно неадиабатическое взаимодействие мод. Данная ситуация моделируется в рамках лучевой теории и параболического уравнения.

18.03-01.191 Внутренние гравитационные волны, возбуждаемые пульсирующим источником возмущений. Булатов В.В., Владимиров Ю.В. *Прикл. мат. и мех.* 2017. 81, № 5, с. 556-564. Рус.

Рассматривается задача о поле внутренних гравитационных волн от пульсирующего точечного источника возмущений в потоке стратифицированной среды конечной глубины при горизонтальной скорости источника V , меньшей максимального значения групповой скорости внутренних гравитационных волн c , в отличие от ранее рассмотренного случая $V > c$. Построены асимптотические решения позволяют описать амплитудно-фазовые характеристики отдельных мод, составляющих полное поле внутренних гравитационных волн. Возбуждаемые поля состоят из волн двух типов: кольцевых и клиновидных. Рассмотрены особенности модовой структуры возбуждаемых полей в зависимости от параметров стратифицированной среды и характеристик источника возмущений.

18.03-01.192 Испытания широкоапертурных приемных систем в мелководной акватории. Гампер Л.Е., Иванов А.М., Манов К.В., Селезнев И.А., Филободченко М.А. *Гидроакустика*. 2015, № 24, с. 52-63. Рус.

Представлено краткое описание испытаний широкоапертурных приемных систем различной конфигурации в акватории заливов Ладожского озера Карельского филиала АО «Концерн «Океанприбор», а также некоторые предварительные результаты обработки экспериментальных материалов. Приводятся данные о гидрологических условиях, разработанном программном обеспечении и примеры его использования в экспериментальных исследованиях.

Статистическая гидроакустика

18.03-01.193 Помехоустойчивость системы обнаружения при оптимальной пространственной фильтрации и при использовании компенсатора помех. Калёнов Е.Н. *Акустический журнал*. 2018. 64, № 3, с. 379-388. Рус.

Исследована зависимость потенциальной помехоустойчивости системы обнаружения и помехоустойчивости системы обнаружения с компенсатором помех от параметров антенны, углового положения сигнала и локальных помех, степени коррелированности распределенного шума и спектральных плотностей мощности сигнала, шума и помех. Оценивается выигрыш в помехоустойчивости системы обнаружения при использовании оптимального пространственного фильтра относительно использования компенсатора помех в зависимости от степени коррелированности распределенного шума и мощности случайных амплитудно-фазовых ошибок весовых коэффициентов антен-

ны.

Скорость, затухание, рефракция и дифракция

18.03-01.194 Использование измерителя скорости звука в антеннах стационарных гидроакустических комплексов. *Гравин В.О.* *Гидроакустика.* 2015, № 24, с. 64-69. Рус.

Рассмотрены вопросы размещения измерителя скорости звука на антеннах стационарных гидроакустических комплексов (СГАК) и эффективного использования его показаний в работе комплекса. Предложен способ оценки полного профиля вертикального распределения скорости звука (ВРСЗ), используемый в системе гидроакустических расчетов, основанный на текущем измерении и привлечении информации из базы данных многолетних сезонных измерений ВРСЗ в районе действия СГАК.

18.03-01.195 Дифракция сигналов и помех на поверхности цилиндрической антенны и коффердама внутри корабельного обтекателя. *Корниенко В.Н., Кузнецов Г.Н.* *Гидроакустика.* 2016, № 26, с. 20-27. Рус.

Выполнено исследование пространственно-временной структуры сигналов и помех внутри корабельного обтекателя, в том числе, на поверхности вертикальной цилиндрической антенны и на поверхности коффердама. Установлено, что помехи от двигательного-движительного комплекса образуют внутри обтекателя сложную интерференционную структуру с зоной максимума между антенной и коффердамом. Показано, что эффективное поглощение сигналов и помех коффердамом, например, с использованием средств активного гашения, очищает обтекатель от реверберационного поля и уменьшает их величины на поверхности гидроакустической антенны.

18.03-01.196 Способ уточнения средневзвешенной по глубине скорости звука. *Богданович М.Л., Коваленко Ю.А.* *Гидроакустика.* 2016, № 26, с. 78-80. Рус.

Приводится способ уточнения средневзвешенной по глубине скорости звука с помощью введения дополнительного навигационного маяка в навигационную гидроакустическую систему.

См. также **18.03-01.186**

Излучение колеблющихся под водой объектов, импеданс

18.03-01.197 Математические модели акустического поля вибрирующей пластины, облицованной поглощающим покрытием. *Горелов А.А., Смарышев М.Д.* *Гидроакустика.* 2015, № 24, с. 5-18. Рус.

Рассматриваются математические модели акустического поля упругой пластины, на которую действуют независимые силы в двух случаях: когда пластина находится в свободном поле и когда она облицована поглощающим покрытием. Производится сравнение результатов с экспериментальными данными, полученными на Ладожском полигоне. Отмечается, что поле на вибростенде имеет более сложную структуру, чем в рассматриваемых простейших моделях.

18.03-01.198 Собственные и взаимные сопротивления излучения круглых пластинчатых преобразователей вблизи импедансного акустического экрана. *Петухова М.Н., Смарышев М.Д.* *Гидроакустика.* 2017, № 30, с. 5-12. Рус.

Приводятся выражения, позволяющие рассчитать собственные и взаимные сопротивления излучения круглых пластинчатых преобразователей, лежащих в плоскости, параллельной бесконечному плоскому импедансному экрану. Приводятся результаты некоторых расчетов, иллюстрирующие основные зависимости собственных и взаимных сопротивлений излучения от отражательной способности экрана и вида амплитудного распределения на поверхности преобразователя.

18.03-01.199 К расчету акустических характеристик клинового покрытия гидроакустического бассейна. *Глазанов В.Е.* *Гидроакустика.* 2017, № 30, с. 29-31. Рус.

Предложен метод расчета акустических характеристик кли-

нового звукопоглощающего покрытия измерительного бассейна. Проведено сравнение расчета с натурным экспериментом, показано их удовлетворительное совпадение на частотах ниже 5 кГц.

Структуры и материалы для поглощения звука в воде

См. **18.03-01.199**

Подводные приложения нелинейной акустики, взрывы

18.03-01.200 Проблемы дистанционного определения гидрофизических характеристик морской среды методами нелинейной акустики. *Серавин Г.Н., Мухомин И.И., Тарасов С.П.* *Изв. ЮФУ. Техн. н.* 2018, № 1, с. 257-270. Рус.

Задача определения гидрофизических характеристик морской среды по зафиксированным значениям излученных и принятых отраженных акустических сигналов от естественных рассеивателей в морской среде, без непосредственного измерения самих характеристик с помощью корабельных погружающихся зондов, является в настоящее время особенно актуальной. Оценка влияния вертикального распределения скорости звука (ВРСЗ) от поверхности до дна в морском волноводе производится непосредственно перед использованием различной гидроакустической аппаратуры, установленной на судне либо на автономном необитаемом подводном аппарате. Возможность использования информации о гидрофизических характеристиках волновода распространения гидроакустических сигналов при обнаружении подводной цели может значительно повысить эффективность использования судовой гидроакустической аппаратуры. Проводились исследования и разработки дистанционных методов измерения вертикального распределения скорости звука (ВРСЗ) с помощью так называемых параметрических антенн, принцип действия которых основан на нелинейном взаимодействии акустических волн в морской среде. Рассмотрены возможности использования двух нелинейных эффектов для измерения дистанционным методом вертикального распределения скорости звука. Проведен анализ возможности использования рассеяния звука на звуке для дистанционного определения вертикального распределения скорости звука. Энергетические соотношения показали, что рассеянный из области пересечения акустических пучков сигнал разностной частоты, в принципе, может быть достоверно принят. Для решения обратной задачи используется алгоритм восстановления искомого ВРСЗ способом дискретизации. Производится аппроксимация искомой функции отрезками в водной среде, представленной в виде слоев с постоянными вертикальными градиентами скорости звука. Проанализирована возможность определения ВРСЗ на основе вторичного эффекта фазовой модуляции волн накачки волной разностной частоты. Для выделения фазы необходимо на выходе антенны из суммарного высокочастотного электрического сигнала отфильтровать сигнал с комбинационной частотой и сформировать опорный электрический сигнал с такой же частотой. Сигналы подаются на соответствующие входы фазометра, на выходе которого и будет иметь место электрический сигнал фазы, который преобразуется в цифровую форму и поступает в вычислительный блок. Рассмотрены погрешности метода. Отмечается, что довольно значительная величина погрешности не позволяет рассматривать метод определения ВРСЗ на основе вторичного эффекта фазовой модуляции волн накачки волной разностной частоты, в качестве перспективного для внедрения в практику измерений. Рассмотрена возможность практической реализации предлагаемых методов.

18.03-01.201 Экспериментальные исследования эффективности действия технических средств на основе гетерогенной двухфазной среды для защиты от подводного взрыва. *Сильников М.В., Михайлин А.И., Шишкин В.Н., Гуж И.В.* *Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму.* 2018, № 5-6, с. 58-65. Рус.

18.03-01.202 Анализ нелинейного спектра интенсив-

ного морского волнения с целью прогноза экстремальных волн. *Слюняев А.В. Известия вузов. Радиофизика.* 2018. 61, № 1, с. 1-23. Рус.

Предлагается метод анализа групп однонаправленных волн на поверхности глубокой воды, основанный на спектральных данных задачи рассеяния в приближении нелинейного уравнения Шредингера. Основное внимание уделено уменьшению погрешности определяемых численно спектральных данных. Рассмотрены различные способы выбора волнового числа волны заполнения, основанные на анализе локального спектра Фурье и анализе волн, выделяемых по пересечению нулевого уровня. В результате на основании двух модельных примеров выбраны наиболее стабильные волновые числа. Предложен способ улучшения качества прогноза амплитуды солитона, использующий обратную связь при решении ассоциированной задачи рассеяния. В диапазоне значений крутизны волн от 0,15 до 0,30 точность определения амплитуды солитонной группы предложенным методом лежит в пределах 10%.

18.03-01.203 Погрешности радиолокационных измерений крупномасштабных уклонов морской поверхности, обусловленные нелинейностью морских волн. Запелалов А.С. Известия вузов. Радиофизика. 2018. 61, № 1, с. 24-33. Рус.

Проанализированы погрешности восстановления дисперсии крупномасштабных уклонов морской поверхности по данным зондирования в сверхвысокочастотном диапазоне. Рассмотрены погрешности, вызванные отклонениями распределений уклонов от распределения Гаусса. Для анализа использована модель функции плотности вероятностей Кокса—Манка. Показано, что при расчёте дисперсии по данным зондирования в надири средняя относительная погрешность дисперсии составляет 12%. При расчёте дисперсий уклонов по данным зондирования при нескольких углах падения погрешность зависит от выбора диапазона углов падения. В этом случае относительная погрешность определения дисперсии уклонов морской поверхности составляет 10—20%. Как при зондировании в надири, так и при наклонном зондировании отклонения распределений уклонов морской поверхности от распределения Гаусса приводят к занижению расчётных значений их дисперсии.

18.03-01.204 Экспериментальная проверка воздействия взрывных источников помех на работу гидролокатора с адаптивной компенсацией помех. Ионушаускайте Р.С., Семенов Н.Н. Гидроакустика. 2016, № 28, с. 74-84. Рус.

Проводится анализ результатов натурных широкополосных записей подводных взрывов на способность алгоритмов адаптивной компенсации помех (АКП) подавлять сигнал взрывных источников помех. Исследуется форма спектра сигнала взрывного источника, распределение энергии по времени сигнала и проводится анализ возможности обнаружения полезного сигнала гидролокатора на фоне сигнала взрывного источника после АКП.

18.03-01.205 Акустическая нелинейность, поглощение и рассеяние звука в морской воде, насыщенной пузырьками. Акуличев В.А., Буланов В.А. Доклады академии наук. 2018. 479, № 2, с. 195-199. Рус.

Установлена взаимосвязь акустической нелинейности, поглощения и рассеяния звука в приповерхностном слое, насыщенном пузырьками. Развита модель эффективных параметров жидкости с пузырьками, позволяющая получать результаты, согласующиеся с данными натурных экспериментальных исследований. Показано, что наличие «пузырьковых облаков» под поверхностью моря существенно увеличивает рассеяние звука и параметр акустической нелинейности морской воды.

Акустика морских осадков, ледяного покрова, подводная сейсмоакустика

18.03-01.206 Практические пути прогнозирования сильных землетрясений с использованием донных гидроакустических систем. Мироненко М.В., Стародубцев П.А., Бакланов Е.Н., Пичугин К.А. Научные труды Дальневосточного гос. технич. рыбохозяйств. ун-та. 2017.

40, № 2, с. 29-33. Рус.

Рассматриваются особенности сейсмических процессов северо-западной части Тихого океана и возможности контроля сейсмического режима с использованием гидроакустических систем с учетом многократных отражений акустического сигнала от поверхности воды и дна. Обосновывается возможность расширения частотного диапазона измеряемых параметров землетрясений с одновременным повышением чувствительности приемных гидроакустических систем для получения более емкой информации о сейсмическом режиме исследуемого района. Описаны эксперименты по измерению шумов океана в инфразвуковом спектре при помощи одиночных ненаправленных гидрофонов.

18.03-01.207 Об однородном алгоритме численного моделирования волны цунами. Елизарова Т.Г., Иванов А.В. Ученые записки физического ф-та МГУ. 2018, № 3, с. 1830103. Рус.

Изложен численный алгоритм, позволяющий однородным способом проводить моделирование волны цунами во всей зоне ее распространения, начиная от исходного возмущения поверхности над глубоководной зоной вплоть до береговой линии, включая процессы наводнения и осушки береговой зоны. Алгоритм основан на использовании регуляризованных уравнений мелкой воды совместно с адаптивным выбором параметра регуляризации. В качестве теста приведен пример моделирования распространения волны цунами 2011 г. у побережья Японии.

18.03-01.208 Численное моделирование гравитационных волн, возбуждаемых в океане низкочастотными поверхностными сейсмическими волнами, на основе записей GPS-станций. Семенов К.А., Носов М.А., Колесов С.В., Ву Ю. Вестник МГУ. Серия 3: Физика. Астрономия. 2017, № 6, с. 107-112. Рус.

Описан численный эксперимент по воспроизведению процесса генерации свободных гравитационных волн в океане пробегающими по дну низкочастотными поверхностными сейсмическими волнами. Динамика движения дна восстановлена на основе реальных записей GPS-станций, выполненных во время катастрофического землетрясения Тохоку 11 марта 2011 г. Результаты численного моделирования показывают, что ключевую роль в генерации свободных гравитационных волн играют горизонтальные колебания подводных склонов.

18.03-01.209 Генерация цунами подводным оползнем вблизи восточного побережья о. Сахалин. Иванова А.А., Куликов Е.А., Файн И.В., Баранов Б.В. Вестник МГУ. Серия 3: Физика. Астрономия. 2018, № 2, <http://vmu.phys.msu.ru/toc/2018/2>. Рус.

В рамках численной гидродинамической модели воспроизведен эффект образования волны цунами, вызванных в результате обрушения континентального склона и образования подводного оползня, обнаруженного вблизи восточного побережья о-ва Сахалин. Площадь оползня, установленная по батиметрическим и сейсмическим данным, составляет 42 км² и объем равен 4 км³. Расчеты, выполненные с помощью численной гидродинамической модели, показали, что такой подводный оползень способен сгенерировать волну цунами на сахалинском побережье до 18 м высотой.

18.03-01.210 Влияние морского ледяного покрова на распространение низкочастотного импульсного гидроакустического сигнала. Богородский А.В., Ковачев С.А., Лебедев Г.А. Гидроакустика. 2016, № 25, с. 41-48. Рус.

С использованием программы BELLHOP из программного комплекса The Acoustics Toolbox выполнены оценки потерь при распространении тонально-импульсного сигнала, излучаемого низкочастотным (2 кГц) гидролокатором. На примере двух моделей канала распространения звука, характеризующих наличием и отсутствием на поверхности моря ледяного покрова, выполнена количественная оценка влияния дрейфующего льда на один из параметров гидролокации — потери энергии сигнала при распространении.

18.03-01.211 К вопросу об отражающей способности подводных частей айсбергов при моностатической гид-

ролокации. *Богородский А.В. Гидроакустика*. 2017, № 29, с. 33-39. Рус.

На основе исследования результатов натуральных измерений моностатической силы цели подводных частей айсбергов канадской Арктики проведена оценка соответствия теоретических расчётов этого параметра и его экспериментальных значений, полученных для айсбергов сопоставимых размеров и массы.

18.03-01.212 Метод непрерывной оценки локальных акустических характеристик морского дна и передаточной функции волновода в зоне буксировки ГПБА. *Белов А.И., Кузнецов Г.Н. Гидроакустика*. 2017, № 30, с. 32-41. Рус.

Разработан и исследован экспериментально метод расчетно-теоретической оценки акустических характеристик поверхностных слоев морского дна непосредственно в районе, примыкающем к зоне движения объекта, буксирующего протяженную многоэлементную антенну и малогабаритный источник. Измеренные характеристики морского дна позволяют для разных частот построить передаточную функцию волновода, которую рекомендуется использовать для согласованной с параметрами волновода обработки. Разработанный метод дает устойчивые результаты при вариации профиля вертикального распределения скорости звука (ВРСЗ) в морской воде и, следовательно, может быть использован в различных акустико-гидрологических условиях без жесткой привязки к статистическим характеристикам ВРСЗ в зоне буксировки.

18.03-01.213 О локализации геологических отделений арктического шельфа на основе анализа модовой структуры сейсмоакустических полей. *Собисевич А.Л., Преснов Д.А., Собисевич Л.Е., Шуруп А.С. Доклады академии наук*. 2018. 479, № 1, с. 80-83. Рус.

Представлены результаты анализа модовой структуры естественного шумового поля, наведенного в системе «литосфера—гидросфера—ледовый покров». Показано, что мониторинг сейсмоакустического шумового фона в условиях мелкого моря при наличии ледового покрова позволяет исследовать параметры геофизической среды томографическими методами.

18.03-01.214 О некоторых устоявшихся заблуждениях в сейсмологии. *Бурмин В.Ю. Сейсмические приборы*. 2018. 54, № 1, с. 62-88. Рус.

История науки знает немало примеров, когда научные заблуждения долгое время господствовали в научном сообществе и нанесли ей немалый вред. Новые идеи в науке всегда пробивали себе дорогу с большим трудом. Инерция мышления, соблазны следования стереотипам часто тормозят развитие знания и приводят к ошибочной трактовке экспериментальных данных. Часто ученому приходится сталкиваться со скепсисом коллег и даже недоверием сообщества. Более того, если новое знание противоречит устоявшимся, общепринятым в той или иной области науки методологическим схемам, нападки на автора инноваций практически неизбежны. Заблуждения тормозят, а порой уводят в сторону развитие наших знаний в понимании процессов, происходящих в недрах Земли. Эти примеры, конечно, не исчерпывают всех заблуждений в науках о Земле и любой исследователь, при желании, может без труда дополнить этот список. Заблуждения в науке приводят к тому, что учёные при проведении тех или иных исследований получают или неверные результаты, или просто заходят в тупик. Так, при неправильном определении координат гипоцентров возникает целая цепочка дальнейших неправильных выводов при изучении тех или иных регионов. Помимо объективных последствий заблуждений, немалый вред наносят субъективные последствия. Под субъективными последствиями имеется в виду влияние отдельных ученых, находящихся в плену у заблуждений, по причине незнания или непонимания отдельных сторон тех или иных задач, на появление новых идей и подходов в исследуемой области. Чаще всего это проявляется в рецензировании статей и диссертационных работ других ученых. В предлагаемой статье автор приводит несколько примеров заблуждений, которые, по его мнению, являются типичными для той области, в которой он работает на протяжении многих лет. В частности, это касается заблуждений, которые относятся к задаче определения координат гипоцентров землетрясений, задаче сейсмической то-

мографии, обратной динамической задаче, задаче обращения годографов сейсмических волн и других задач. Всего рассмотрено 12 заблуждений, которые, так или иначе, влияют на развитие альтернативных методов интерпретации сейсмологических данных и на наши представления о строении Земли.

18.03-01.215 О моделировании поверхностной донной волны на шельфе. *Заславский Ю.М., Заславский В.Ю. Техническая акустика*. 2018. 18, № 1, <http://www.ejta.org/ru/zaslavsky7>. Рус.

В рамках трехмерного моделирования конечно-элементным методом проведен анализ пространственного распределения амплитуды донной волны, генерируемой гармонически пульсирующим акустическим монополем, погруженным в воду на мелководье. Волновое поле проанализировано для однородной и слоистой моделей дна при различных значениях жесткости донного грунта и при разных глубинах погружения источника. Полученные результаты могут найти применение в задачах морской сейсморазведки на шельфе.

См. также **18.03-01.177**

Подводные шумы, механизмы генерации и характеристики полей

18.03-01.216 Учет коррелированных ходовых помех в адаптивном компенсаторе локальных помех в гидроакустической системе подводного робота. *Белов Б.П., Йонушаускайте Р.С. Гидроакустика*. 2015, № 21, с. 46-58. Рус.

Рассмотрена модель рассеянной компоненты ходовой помехи гидроакустической системе мобильного подводного робота. Проанализировано влияние рассеянной компоненты ходовой помехи на работу адаптивного компенсатора локальных помех. Для адаптации применен метод непосредственного обращения корреляционной матрицы.

18.03-01.217 Экспериментальные исследования гидроакустической системы связи с шумоподобными сигналами в условиях черного моря при воздействии помех различного типа. *Бобровский И.В., Рыбина М.С., Мелентьев В.Д., Яготинцев В.П. Гидроакустика*. 2016, № 25, с. 29-40. Рус.

Представлены результаты экспериментальных исследований гидроакустической системы связи, содержащей параллельные каналы передачи цифровой информации, которые обеспечивают повышение скорости этой передачи. Установлено, что для повышения достоверности принимаемой цифровой информации при когерентном разнесенном по временной задержке приеме многолучевого сигнала необходимо оценивать параметры лучевых составляющих этого сигнала в полосах частот соответствующих индивидуальных информационных каналов передачи. С учетом таких оценок, а также с использованием реализованного метода подавления тональных помех, гидроакустическая система связи при совместном воздействии аддитивной шумовой и комплекса помех различного типа обеспечивает прием цифровой информации с высокой достоверностью, что подтверждено в экспериментах, проведенных в акватории Черного моря летом 2015 г.

18.03-01.218 Унифицированный алгоритм определения координат и параметров движения цели по данным шумопеленгования. *Прокаев А.Н. Гидроакустика*. 2016, № 26, с. 33-43. Рус.

Рассмотрена задача определения координат и параметров движения цели (КПДЦ) по данным шумопеленгования. Предложен универсальный единый алгоритм, позволяющий определять КПДЦ по данным гидроакустических средств (ГАС) различной конфигурации, в том числе ГАС с гибкими протяженными буксируемыми антеннами (ГПБА) или с бортовыми конформными антеннами.

18.03-01.219 Помехоустойчивость цилиндрической звукопрозрачной антенны, состоящей из комбинированных приемников. *Смарышев М.Д. Гидроакустика*. 2017, № 29, с. 5-9. Рус.

Рассматривается помехоустойчивость цилиндрической звукопрозрачной антенны, состоящей из приемников звукового давления и колебательной скорости при различных алгоритмах обработки каналов давления и колебательной скорости. Показано, что максимальная величина коэффициента помехоустойчивости наблюдается при аддитивном сложении процессов в этих каналах.

18.03-01.220 Способ координирования подводного аппарата в условиях Арктики. *Бородин М.А., Хаметов Р.К.* *Гидроакустика*. 2017, № 30, с. 82-86. Рус.

Предложен способ координирования автономного необитаемого подводного аппарата в условиях подледной навигации в высоких арктических широтах.

18.03-01.221 Определение энергетического спектра с использованием суммирования комплексных составляющих при обработке принятых шумовых сигналов. *Тимошенко В.Г.* *Гидроакустика*. 2017, № 31, с. 47-54. Рус.

Рассматривается процедура определения энергетического спектра с использованием результатов на выходе процедуры быстрого преобразования Фурье при обработке шумовых сигналов. Показано, что в задачах накопления энергетических спектров сигналов шумозлучения изменение последовательности суммирования комплексных составляющих позволяет повысить отношение сигнал/помеха на выходе и исключить нормирование и центрирование. Осуществлено моделирование, которое подтверждает результат обработки сигнала и помехи при различном их соотношении и результаты обработки реальных сигналов шумозлучения.

18.03-01.222 Экспериментальное исследование низкочастотных помех на обтекаемых потоком скалярных и векторных приемниках. *Кузнецов Г.Н.* *Гидроакустика*. 2017, № 33, с. 31-37. Рус.

Исследуются спектральные и корреляционные характеристики шумовых помех на векторно-скалярных модулях, приводимых во вращение в горизонтальной плоскости вертикальным поворотным устройством. Из анализа шумов обтекания и вибрационных помех следует, что на векторных приемниках уровни низкочастотных помех, особенно узкополосных компонент, на 8–12 дБ меньше, чем уровни помех на скалярных приемниках. На частотах выше 1,5–2,5 кГц помехи на скалярных приемниках меньше помех на векторных приемниках на 2–3 дБ. Такое различие объясняется уменьшением интервалов пространственной корреляции помех при увеличении частоты.

18.03-01.223 Оценка эффективности единого алгоритма определения координат и параметров движения цели по данным шумопеленгования. *Прокаев А.Н.* *Гидроакустика*. 2017, № 33, с. 43-58. Рус.

Предложен универсальный единый алгоритм определения координат и параметров движения цели (КПДЦ), позволяющий определять КПДЦ по данным гидроакустических средств (ГАС) различной конфигурации, в том числе ГАС с гибкими протяженными буксируемыми антеннами (ГПБА) или с бортовыми конформными антеннами. Рассмотрены вопросы оценки эффективности определения КПДЦ по данным шумопеленгования и результаты оценки эффективности предложенного единого алгоритма.

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

18.03-01.224 Помехоустойчивая, широкомасштабная, мультистатистическая схема обнаружения возмущений морской среды и её организационные, технологические и технические характеристики. *Стародубцев П.А., Бакланов Е.Н., Стародубцев Е.П., Мироненко М.В.* *Научные труды Дальневосточного гос. технич. рыбохозяйств. ун-та*. 2017. 41, № 3, с. 85-97. Рус.

Рассматриваются вопросы построения широкомасштабной помехоустойчивой мультистатистической схемы мониторинга акваторий на базе измерения разности фаз спектральных компонентов акустических сигналов, принимаемых на простран-

ственно разнесённые приёмники. Приводятся технические характеристики и состав аппаратных средств, применяемых для развёртывания гидроакустического полигона мониторинга морской среды.

18.03-01.225 Амфидромические точки замкнутых акваторий и их влияние на характеристики акустического поля. *Стародубцев П.А., Бакланов Е.Н., Халаев Н.Л., Москаленко Э.В.* *Научные труды Дальневосточного гос. технич. рыбохозяйств. ун-та*. 2018. 44, № 1, с. 49-59. Рус.

Рассмотрены особенности приливных явлений в акваториях дальневосточных морей, их влияние на формирование акустических полей различных физических объектов.

18.03-01.226 Гидроакустические средства для навигационного обеспечения подводных носителей в высоких широтах. *Коваленко Ю.А., Рыбин П.С.* *Гидроакустика*. 2015, № 22, с. 98-103. Рус.

Рассмотрена возможность навигационного обеспечения подводных носителей в Арктике с использованием радиогидроакустических навигационных буев и проанализированы результаты эксперимента по их применению.

18.03-01.227 Метод повышения эффективности освещения подводной обстановки. *Хагабанов С.М., Шейнман Е.Л., Школьников И.С.* *Гидроакустика*. 2015, № 23, с. 41-46. Рус.

Статья посвящена вопросам методики освещения подводной обстановки в современных условиях, характеризующихся значительным снижением шумности подводных лодок (ПЛ). Приводится анализ проблемы обнаружения малозумных подводных лодок путем создания единой информационной среды с использованием быстро развёртываемых, многоэлементных систем освещения подводной обстановки (сетцентрических систем). Рассмотрены примеры формирования указанных систем, их достоинства и недостатки. Предлагается метод освещения подводной обстановки, при котором излучение зондирующих сигналов осуществляется гидроакустическим комплексом подводных лодок (ГАС ПЛ), прием эхосигналов — ГАС ПЛ и системой автономных гидроакустических станций.

Акустика глобальных масштабов, термометрия и дальняя подводная связь

18.03-01.228 Особенности построения современных гидроакустических систем связи, управления и навигации. *Емельянов А.В., Симоненко И.В., Петров О.В.* *Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму*. 2018, № 5-6, с. 39-46. Рус.

18.03-01.229 Алгоритм синхронизации ofdm-сигналов в условиях многолучевого гидроакустического канала. *Шастарин В.И., Балахонов К.А., Калашников К.С.* *Радиотехника и электроника*. 2018. 63, № 4, с. 344-350. Рус.

Рассмотрен модифицированный автокорреляционный алгоритм для синхронизации OFDM-сигналов в системах акустической подводной связи, приведены аналитические оценки его точности. Показано, что оптимизация алгоритма для условий многолучевого канала приводит к модификации оконных функций, используемых при расчете функции правдоподобия. Предложен субоптимальный эффективный вариант алгоритма, при котором используются окна прямоугольной формы.

18.03-01.230 Автокорреляционный прием сигналов гидроакустической связи в условиях совместного воздействия аддитивного шума и гармонической помехи. *Бобровский И.В.* *Гидроакустика*. 2015, № 21, с. 59-67. Рус.

Рассмотрен метод автокорреляционного приема сигналов гидроакустической связи, основанный на вычислении взаимнокорреляционной функции между двумя разнесенными во времени периодами принимаемого синхросигнала. Представлены результаты оценки эффективности разработанных алгоритмов, реализующих рассматриваемый метод обработки сигналов в модельных условиях.

18.03-01.231 Метод частотной автоподстройки в системах гидроакустической связи с шумоподобными сигналами. *Бобровский И.В., Яготинец В.П. Гидроакустика*. 2015, № 23, с. 52-63. Рус.

Рассмотрен метод частотной автоподстройки в системах гидроакустической связи с шумоподобными сигналами, основанный на вычислении взаимно-корреляционных функций в каналах обработки, смещенных по частоте на величину интервала частотной ортогональности используемых сигналов. Представлены результаты оценки эффективности разработанных алгоритмов, реализующих данный метод обработки сигналов, в модельных и натуральных условиях.

18.03-01.232 Использование статистических методов для оценки параметров системы гидроакустической связи. *Кранц В.З. Гидроакустика*. 2016, № 25, с. 22-28. Рус.

На примере системы гидроакустической связи с сигналами, сформированными на базе M-последовательностей 10-го порядка с циклическими сдвигами, рассмотрены статистические методы проверки ее параметров, требования к которым формулируются с привлечением вероятностных характеристик.

18.03-01.233 Использование в системах гидроакустической связи M-последовательностей с изменяемым в процессе передачи номером характеристического полинома. *Кранц В.З. Гидроакустика*. 2016, № 26, с. 44-50. Рус.

Рассмотрена система гидроакустической связи с сигналами (информационными символами), сформированными на базе структурно-модулированных M-последовательностей, в которой для каждого из последовательно передаваемых информационных символов, составляющих сообщение, используется характеристический полином с определенным номером, зависящим от содержащейся в сигнале информации. На примере системы с M-последовательностями 10-го порядка показана возможность повышения скорости передачи, обнаружения и исправления по крайней мере одной ошибки, а также повышения устойчивости к межсимвольной интерференции. Отмечены особенности такой системы относительно существующей, в которой номера характеристических полиномов в процессе передачи сообщения не меняются.

18.03-01.234 Об использовании процедуры быстрого преобразования уолша в системе гидроакустической связи. *Кранц В.З. Гидроакустика*. 2016, № 28, с. 42-47. Рус.

Обсуждаются некоторые аспекты применения в системе связи процедуры быстрого преобразования Уолша (БПУ) при определении циклического сдвига M-последовательности, используемой для формирования информационного символа. Рассмотрены различные варианты распределения между передатчиком и приемником функций упорядочения строк матрицы, составленной из циклических сдвигов M-последовательности, и перестановки отсчетов в строке.

18.03-01.235 Выбор оптимальной частоты в системах гидроакустической связи. *Кранц В.З. Гидроакустика*. 2017, № 33, с. 13-17. Рус.

Рассмотрен вопрос о выборе оптимальной частоты для систем гидроакустической связи по критерию минимизации акустического давления, создаваемого передатчиком в направлении на приемник, при условии обеспечения на заданных расстояниях требуемого качества связи. Показано, что частотная оптимизация определяется совокупностью частотных зависимостей спектральных характеристик сигналов и помех, акустических характеристик среды и частотных свойств системы обработки информации. Отмечены особенности выбора оптимальной частоты в ситуации, когда передатчик должен взаимодействовать с несколькими приемниками с неодинаковыми частотными свойствами. Предложены аналитические соотношения, связывающие значения оптимальной частоты с дальностью связи.

Активные и пассивные сонарные системы, алгоритмы обработки сигналов

18.03-01.236 Жизненный цикл серийных образцов гидроакустического вооружения. *Андреев М.Я., Евдокимов А.М., Охрименко С.Н., Рубанов И.Л. Морской*

сборник. 2018. 2055, № 6, с. 67-69. Рус.

Рассматриваются вопросы управления жизненным циклом серийных образцов гидроакустического вооружения ПЛ и НК в целях снижения совокупных затрат.

18.03-01.237 Краткий анализ перспективных технологий создания позиционных гидроакустических средств комплексного мониторинга океана. *Мироненко М.В., Бакланов Е.Н., Стародубцев П.А., Пичугин К.А. Научные труды Дальневосточного гос. технич. рыбохозяйств. ун-та*. 2017. 43, № 4, с. 42-47. Рус.

Представлены обзорные материалы теоретических исследований современных позиционных гидроакустических средств для проведения широкомасштабного мониторинга океанской среды, по результатам которого создаются комплексные эксперименты, предназначенные для изучения различных гидродинамических процессов естественного происхождения, техногенных явлений в океане и его прибрежной зоне, развития морского приборостроения в целом.

18.03-01.238 Горизонтально развитая радиогидроакустическая система мониторинга гидрофизических и геофизических полей объектов и морской среды. *Бакланов Е.Н., Мироненко М.В., Стародубцев П.А., Стародубцев Е.П. Научные труды Дальневосточного гос. технич. рыбохозяйств. ун-та*. 2017. 42, с. 37-45. Рус.

Представлены современные теоретические разработки и экспериментальные исследования использования радиогидроакустических систем в параметрических системах контроля, обеспечивающих мониторинг характеристик гидрофизических и геофизических полей, формируемых техногенными и естественными источниками, сейсмическими процессами и опасными явлениями (например, внутренними волнами, сильными землетрясениями или цунами) на широкомасштабной морской акватории.

18.03-01.239 Влияние стеклопластикового обтекателя на точность определения дальности пассивным гидроакустическим методом. *Петузова М.Н., Смарышев М.Д. Гидроакустика*. 2015, № 21, с. 5-12. Рус.

Устанавливается связь между неравномерностью фазовой характеристики направленности антенны режима пассивного определения дальности и ошибкой определения дальности. Показано, что практически фазовая характеристика направленности антенны не влияет на точность определения дальности.

18.03-01.240 Определение координат источника гидроакустического сигнала с использованием технологии индексного поиска. *Корецкая А.С., Мельканович В.С. Гидроакустика*. 2015, № 21, с. 68-75. Рус.

Разработан подход, позволяющий существенно сократить объем вычислений алгоритма оценки координат источника гидроакустического сигнала, основанного на сопоставлении корреляционных функций (КФ) принятого сигнала и прогноза. Он заключается в предварительном отборе точек прогноза по параметрам, описывающим КФ сигнала, и основан на использовании технологии инвертированных списков.

18.03-01.241 Определение пространственных координат подводного объекта по кривизне волнового фронта сигнала. *Волков И.Е., Стародубцев П.А., Шевченко А.П., Шостаков С.В. Гидроакустика*. 2015, № 21, с. 90-96. Рус.

Математический аппарат пространственно-временной обработки гидроакустических волн с плоским волновым фронтом принятого сигнала в случае применения многопозиционных измерительных систем оказывается недостаточно аргументированным и требует дополнительных решений. В статье представлено математическое решение для определения пространственных координат подводного объекта по кривизне волнового фронта на основе анализа мгновенной частоты, формируемой на апертуре антенны.

18.03-01.242 Проблемы и пути построения отказоустойчивых систем обработки сигналов в гидроакустике. *Лисс А.Р., Рыжиков А.В. Гидроакустика*. 2015, № 22, с. 5-17. Рус.

Рассматриваются задачи и режимы в гидроакустике, в которых необходима повышенная отказоустойчивость, и способы ее обеспечения. Показана зависимость вероятности безотказной работы систем обработки сигналов от числа отказов, интервала между отказами и времени их автоматического восстановления. Анализируются проблемы программного обеспечения вычислительных комплексов отказоустойчивых гидроакустических систем.

18.03-01.243 Оценка расстояния до источника шумового сигнала методом "оптимальных частот" с использованием полосовых фильтров. *Волкова А.А., Консон А.Д., Никулин М.Н. Гидроакустика. 2015, № 22, с. 43-52. Рус.*

Для определения расстояния до источника шумового сигнала на основе метода «оптимальных частот» исследована возможность применения полосовых фильтров. Показано, что разрешающая способность по расстоянию растет с уменьшением частотной полосы, оставаясь всегда не хуже той, которую дает применение фильтров, оптимальных по критерию максимума отношения сигнала к помехе. При этом выбор ширины частотной полосы фильтра определяется допустимыми потерями помехоустойчивости.

18.03-01.244 Применение квазиортогональных сигналов в гидролокаторе бокового обзора. *Бородин М.А. Гидроакустика. 2015, № 22, с. 53-58. Рус.*

Предложено использование квазиортогональных сигналов для минимизации уровня взаимной помехи в каналах гидролокатора бокового обзора. Выполнен анализ ортогональных свойств дискретно-частотно-кодированных сигналов с кодом Костаса.

18.03-01.245 Трехкоординатные гидролокаторы переднего обзора для автономных необитаемых подводных аппаратов. *Хаметов Р.К. Гидроакустика. 2015, № 22, с. 59-63. Рус.*

Рассмотрены способы обзора пространства с помощью трехкоординатных гидролокаторов переднего обзора, устанавливаемых на автономные необитаемые подводные аппараты.

18.03-01.246 Оценка эффективности определения глубины погружения неподвижного объекта. *Синозерский И.В., Тимошенко В.Г. Гидроакустика. 2015, № 22, с. 64-70. Рус.*

Приводится оценка эффективности определения глубины погружения неподвижного объекта с использованием стандартного гидролокатора ближнего действия, установленного на движущемся носителе, относительно его горизонта. Приводятся результаты моделирования с использованием реальных точностей используемых измерительных средств.

18.03-01.247 Вопросы разработки гидроакустических систем группы разнородных средств освещения морской обстановки. *Колесниченко В.В., Школьников И.С., Шутов А.Л. Гидроакустика. 2015, № 22, с. 77-84. Рус.*

Статья посвящена вопросам разработки и оптимального проектирования гидроакустических систем группы разнородных средств (ГРС) освещения морской обстановки. Приводится состав группы разнородных средств. Рассмотрены особенности функционирования гидроакустических средств применительно к условиям работы и задачам ГРС, различные варианты построения мультистатистической системы в рамках группы, пути модернизации технических решений и алгоритмов гидроакустических средств применительно к условиям работы и задачам ГРС.

18.03-01.248 Консервация информации гидроакустического комплекса (ГАК) корабля и ее дальнейшее использование. *Антипов В.А., Макарьчук Ю.И., Обчинец О.Г., Охрименко С.Н., Сергеева Н.П. Гидроакустика. 2015, № 22, с. 93-97. Рус.*

Рассматриваются вопросы, возникающие при подготовке и проведении испытаний современных ГАК. Показана необходимость создания и использования аппаратуры консервации информации, подключаемой к ГАК и обеспечивающей решение широкого круга задач. Приведены примеры практического

использования информации, записанной в реальных морских условиях.

18.03-01.249 Автоматизированные системы обучения для подготовки операторов-гидроакустиков иностранных ВМФ. *Василенко Ю.М. Гидроакустика. 2015, № 22, с. 104-109. Рус.*

Рассмотрен состав и основные особенности автоматизированных систем обучения, поставленных в учебный центр иностранного ВМФ.

18.03-01.250 Анализ надводной обстановки с использованием векторно-скалярной цилиндрической антенны. *Каршинев Н.С., Кузнецов Г.Н., Луньков А.А. Гидроакустика. 2015, № 23, с. 27-40. Рус.*

Рассматривается задача обнаружения и локализации надводного источника в мелком море по алгоритму Бартлетта. Предложена методика повышения помехоустойчивости указанного алгоритма за счёт выделения и накопления сигналов в областях интерференционных максимумов. Показано, что определение дальности и глубины источника с использованием согласованной со средой обработки может осуществляться по сигналам на выходе формирователя диаграммы направленности векторно-скалярной антенны. Предложен и исследуется новый алгоритм дополнительного повышения помехоустойчивости обнаружения и оценки пеленга на основе согласования с формой спектра сигнала. Установлена устойчивость оценок координат источника к динамическим эффектам, в частности, к изменениям передаточной функции волновода под действием ветрового волнения.

18.03-01.251 Разработка комплекса программных средств для обеспечения информационной безопасности в гидроакустических системах. *Казаков А.В., Мальцева Н.В., Селеджи Г.Ц. Гидроакустика. 2015, № 23, с. 47-51. Рус.*

Рассматриваются вопросы предотвращения несанкционированного доступа к операционной системе цифрового вычислительного комплекса гидроакустической системы и к информации, хранящейся на его накопителях; контроля целостности программного обеспечения и его восстановления в случае повреждений различного характера; обеспечения доступа к средствам управления гидроакустической системой и к хранимым данным с учётом аутентификации субъектов доступа. Предлагается комплекс программных средств обеспечения информационной безопасности в цифровом вычислительном комплексе, выполненном на базе МК Эльбрус-90 микро (МК-27.05) и пультового прибора 170 производства НПО «Марс».

18.03-01.252 Автоматизированные системы технического диагностирования современных гидроакустических комплексов. *Родимова Р.И., Шинкевич Ю.Г. Гидроакустика. 2015, № 23, с. 75-87. Рус.*

Рассматриваются общие принципы построения автоматизированных систем технического диагностирования гидроакустических комплексов. Представлены структуры и физические алгоритмы работы автоматизированных систем технического диагностирования. Произведена оценка основных характеристик качества контроля.

18.03-01.253 Интегральный метод определения координат цели. *Жуков В.Б. Гидроакустика. 2015, № 24, с. 19-27. Рус.*

Рассмотрена задача определения координат источника шумозлучения исходя из пространственной характеристики принятого сигнала.

18.03-01.254 Повышение точности определения дистанции с использованием длительных зондирующих сигналов гидролокатора. *Тимошенко В.Г. Гидроакустика. 2015, № 24, с. 91-96. Рус.*

Предложен и оценен метод, который обеспечивает повышение точности определения дистанции при использовании спектральной обработки длительных зондирующих сигналов. Приведены результаты моделирования, получены распределения оценок дистанции при изменениях амплитуд исходных отсчётов с использованием исходных данных, полученных в реальных условиях. Приведены результаты обработки реальных эхо-

сигналов в реальных условиях при наличии реверберационной помехи, которые подтверждают возможность повышения точности определения дистанции предлагаемым методом.

18.03-01.255 Пеленгование широкополосных сигналов векторно-скалярными модулями с подавлением помех от локальных целей. *Кузнецов Г.Н., Курчанов А.Ф. Гидроакустика.* 2016, № 25, с. 49-61. Рус.

Исследуются алгоритмы пеленгования широкополосных сигналов векторно-скалярными модулями с использованием стандартной обработки по потоку мощности и по новому методу, основанному на применении псевдовекторов, построенных по проекциям векторов колебательной скорости. Рекомендуется совместное использование разработанных алгоритмов. Разработан метод подавления векторно-скалярным приемником помех от локального источника.

18.03-01.256 Определение координат источника гидроакустического сигнала с использованием методов нечеткого вывода. *Корецкая А.С., Мельканович В.С. Гидроакустика.* 2016, № 25, с. 62-66. Рус.

Разработан подход, позволяющий сократить объем вычислений алгоритма оценки координат источника гидроакустического сигнала, основанного на сопоставлении корреляционных функций принятого сигнала и прогноза. Он заключается в предварительном отборе гипотез дальности и глубины источника по параметрам, описывающим принятый сигнал. Применение методов нечеткого вывода позволяет при выполнении отбора учитывать степень близости по каждому из параметров и их значимость.

18.03-01.257 Цветовое кодирование информации о расстоянии до цели при шумопеленговании. *Волкова А.А., Консон А.Д., Никулин М.Н. Гидроакустика.* 2016, № 25, с. 79-86. Рус.

Рассмотрены вопросы видеoinформационного обеспечения оператора-гидроакустика для пространственного разделения объектов шумоизлучения по расстоянию за счет использования известного явления оптимальности частотного диапазона для каждого расстояния. Предложен новый способ цветового кодирования информации о расстоянии при шумопеленговании, исключающий наблюдаемый эффект переусиления, образованного несоответствием динамических диапазонов изменения уровня сигнала и цветовой палитры.

18.03-01.258 Эффективность определения координат и параметров движения морских объектов при бистатической локации перемещающихся систем наблюдения. *Матвеева И.В., Шейнман Е.Л., Школьников И.С. Гидроакустика.* 2016, № 26, с. 28-32. Рус.

Анализируются алгоритмы определения координат и параметров движения морских объектов при бистатической гидролокации перемещающихся систем наблюдения. Эффективность алгоритмов оценивалась по критериям среднеквадратических погрешностей определения вырабатываемых параметров. Определяются условия применимости методов.

18.03-01.259 Анализ ортогональных свойств частотно-модулированных сигналов для гидролокатора бокового обзора. *Вородин М.А., Хаматов Р.К. Гидроакустика.* 2016, № 26, с. 51-54. Рус.

Выполнен анализ ортогональных свойств частотно-модулированных сигналов с линейным, показательным, гиперболическим и параболическими законами модуляции частоты.

18.03-01.260 Сравнение характеристик простых и сложных зондирующих сигналов гидролокатора при многолучевом распространении. *Семенов Н.Н. Гидроакустика.* 2016, № 26, с. 68-77. Рус.

Рассмотрены основные типы зондирующих сигналов, полученные их теоретические и модельные характеристики по вероятности обнаружения, разрешающей способности и энергии при их многолучевом распространении. Проведено сравнение зондирующих сигналов по разбросу уровня на выходе согласованного фильтра при случайном суммировании нескольких лучей отраженного сигнала.

18.03-01.261 Определение погрешности оценки ди-

станции гидролокатором для задач классификации с использованием движения носителя. *Тимошенко В.Г. Гидроакустика.* 2016, № 26, с. 81-86. Рус.

Рассматриваются вопросы, связанные с измерением дистанции и радиальной скорости гидролокатором, установленным на подвижном подводном носителе. Приводятся составляющие ошибки, которые существуют при движении гидролокатора. Предлагается и обосновывается метод определения ошибки дистанции гидролокатором с использованием абсолютного измерителя собственной скорости. Приводятся результаты, полученные при работе стандартного гидролокатора ближнего действия, установленного на движущемся подводном носителе с использованием стандартной аппаратуры.

18.03-01.262 Выработка гидроакустическим комплексом (ГАК) корабля данных для телеуправления торпедой. *Антипов В.А., Макарачук Ю.И., Обчинец О.Г., Охрименко С.Н., Сергеева Н.П. Гидроакустика.* 2016, № 26, с. 87-93. Рус.

Рассматриваются вопросы, связанные с решением задачи выработки ГАК корабля данных для телеуправления торпедой. Приводятся краткий обзор результатов компьютерного моделирования и экспериментальных исследований с использованием аппаратуры ГАК, пути решения задачи.

18.03-01.263 Системы обработки сигналов в гидроакустических станциях и комплексах. *Лисс А.Р., Рыжиков А.В. Гидроакустика.* 2016, № 27, с. 38-47. Рус.

Рассматриваются этапы развития систем обработки сигналов в отечественной гидроакустике. Показана непосредственная зависимость технических характеристик гидроакустических станций и комплексов от параметров системообразующей электронной компонентной базы и уровня развития технологии программного обеспечения. Делается прогноз их развития до 2030 г.

18.03-01.264 Адаптивное накопление многолучевого сигнала в гидроакустических системах. *Подгайский Ю.П. Гидроакустика.* 2016, № 27, с. 48-56. Рус.

Анализируется метод адаптивного накопления многолучевого сигнала в пассивной приемной системе при быстрой адаптации к помехе. Рассматривается эвристический метод уменьшения потерь и накопления сигнала в адаптивной системе при наличии его во входной выборке, оценивается ее помехоустойчивость. Показано, что наиболее предпочтительными методами являются два: метод суммарно-разностной декорреляции многолучевого сигнала и метод, в котором используется пространственное сглаживание выборок.

18.03-01.265 Оценка эффективности алгоритмов идентификации в многоканальных гидроакустических системах. *Лебедев Р.И., Шейнман Е.Л. Гидроакустика.* 2016, № 27, с. 57-64. Рус.

Рассмотрена сравнительная оценка эффективности трёх вариантов алгоритма идентификации сигналов, найденных в гидроакустическом комплексе в различных режимах обнаружения, на примере движения группы объектов, расположенных на одной прямой. Оценка эффективности алгоритмов проводилась для трёх объектов при проведении идентификации по трём информативным параметрам.

18.03-01.266 Некоторые особенности модулей 3-го уровня в решении вопросов унификации и агрегатирования несущих конструкций приборов гидроакустических комплексов ПЛ 3 и 4-го поколений. *Соколов В.Е. Гидроакустика.* 2016, № 27, с. 81-84. Рус.

Статья посвящена вопросам разработки специальных характеристик модулей 3-го уровня гидроакустических комплексов для ПЛ 3 и 4-го поколений. Рассмотрены возможности использования модулей 2-го уровня только с воздушной системой охлаждения для новых приборов как ПЛ 3-го поколения, так и ПЛ 4-го поколения, использующих жидкостные охладители. Предложен принцип агрегатирования приборного модуля с жидкостным охладителем, позволяющим осуществлять раздельную поставку на объекты части приборов.

18.03-01.267 Новые решения построения высококачественных антенных модулей для гидроакустических

комплексов. *Галий С.Н., Доля В.К., Пантелева О.В., Шмидт Э.Г. Гидроакустика. 2016, № 28, с. 20-28. Рус.*

Рассматриваются результаты разработки новых решений построения антенных модулей для корабельных гидроакустических комплексов нового типа, включая многоканальные высокочастотные антенные модули.

18.03-01.268 Определение скорости звука по трассе при работе гидролокатора по неподвижному отражателю. *Тимошенко В.Г. Гидроакустика. 2016, № 28, с. 48-53. Рус.*

Рассматриваются вопросы, связанные с погрешностью определения скорости звука по трассе при работе гидролокатором с подводного подвижного носителя по неподвижному отражателю. Приводятся составляющие ошибки, возникающие при измерении дистанции и их влияние на оценку скорости звука. Обосновывается реальная погрешность определения скорости звука с использованием двух посылок с подвижного гидролокатора.

18.03-01.269 Оценка возможностей применения трехмерной графики для решения задач оператором гидроакустического комплекса. *Сопина О.П. Гидроакустика. 2016, № 28, с. 66-73. Рус.*

Представлены результаты эксперимента по оценке эффективности обнаружения и классификации сигналов, предъявляемых в традиционном двумерном и аксонометрическом видах. Выявлены условия, когда аксонометрическое представление информации может быть эффективно.

18.03-01.270 Обнаружение и оценка скорости быстро движущейся цели с использованием интерференционной структуры звукового поля. *Кузнецов Г.Н., Кузькин В.М., Переселков С.А. Гидроакустика. 2017, № 29, с. 18-32. Рус.*

Предложен и исследован метод одновременного обнаружения и оценки радиальной составляющей скорости движения цели, основанный на информации о частотных смещениях интерференционных максимумов в спектрах низкочастотного звукового поля. Анализируются результаты компьютерного моделирования и натурного эксперимента, установлено их хорошее соответствие. Показана высокая помехоустойчивость разработанного метода.

18.03-01.271 Вопросы разработки стационарного гидроакустического комплекса на базе системы радиогидроакустических буев. *Школьников И.С., Шуттов А.Л. Гидроакустика. 2017, № 29, с. 40-45. Рус.*

Статья посвящена вопросам разработки стационарного гидроакустического комплекса (СГАК) на базе системы радиогидроакустических буев (РГБ). Рассмотрены гидроакустические условия района, применительно к которому решается задача. Анализируется структура СГАК, задачи, решаемые составляющими его компонентами. Рассмотрены особенности проектирования РГБ применительно к гидроакустическим условиям района. Рассчитываются параметры зоны действия СГАК — величина зоны, дальность обнаружения цели (ПД).

18.03-01.272 Анализ эффективности вариантов спектрального метода оценки параметров сигнала и координат объекта в режиме шумопеленгования. *Царева А.В., Шейнман Е.Л. Гидроакустика. 2017, № 29, с. 46-53. Рус.*

Анализируется эффективность спектрального метода определения дистанции и гидроакустических параметров среды распространения в режиме шумопеленгования, основанного на методе наименьших квадратов. Проведен детерминированный и статистический анализ оценок дистанции и параметров сигнала и проанализирована применимость метода. Показана работоспособность спектрального метода оценки дистанции.

18.03-01.273 Концептуальный подход к оптимизации траекторных измерений морских целей в гидроакустических комплексах. *Александрович А.П., Гладилин А.В., Савицкий В.В., Тютюкин Ю.В. Гидроакустика. 2017, № 29, с. 53-62. Рус.*

Рассмотрены вопросы построения оптимального алгоритма

траекторного анализа в режимах пассивной и активной гидролокации гидроакустических комплексов (ГАК) с использованием оптимальных алгоритмов бесстробовой идентификации, калмановской фильтрации и вальдовского критерия принятия решения о наличии цели. Приведены результаты статистического моделирования разработанных алгоритмов.

18.03-01.274 Погрешности определения дистанции до цели гидролокатором, установленным на подвижном носителе. *Тимошенко В.Г. Гидроакустика. 2017, № 29, с. 88-94. Рус.*

Рассматриваются вопросы, связанные с погрешностью измерения текущей дистанции гидролокатором, установленным на подвижном носителе. Приводятся составляющие ошибки смещения, которые определяются изменением дистанции за время распространения при движении гидролокатора и при движении цели, которые влияют на достоверность оценки дистанции. Рассматривается ошибка смещения оценки дистанции, вызванная неопределённостью скорости звука по трассе, ошибки, вносимые самим объектом. Предлагается и обосновывается последовательность учёта ошибок смещения за счёт изменения оценки скорости звука, используемой при измерении дистанции.

18.03-01.275 О бинаризации гидролокационных изображений. *Макаров А.А., Максимов В.В. Гидроакустика. 2017, № 30, с. 42-51. Рус.*

Построен оконный алгоритм бинаризации полутоновых цифровых изображений, позволяющий более точно воспроизводить детали и границы объектов на изображении. Рассмотрены различные критерии оценки качества цифровых изображений. Дана сравнительная оценка качества работы различных алгоритмов бинаризации на примере гидролокационных изображений.

18.03-01.276 Алгоритм формирования траектории движения телеуправляемой торпеды по данным гидроакустического комплекса корабля. *Антипов В.А., Макаруч Ю.И., Обчинец О.Г., Сергеева Н.П. Гидроакустика. 2017, № 30, с. 60-65. Рус.*

Рассматриваются вопросы, связанные с решением задачи телеуправления торпедой. Приводится алгоритм формирования траектории движения торпеды в горизонтальной плоскости на участке телеуправления, позволяющий уменьшить время прохождения торпедой участка телеуправления и улучшить условия захвата цели системой самонаведения торпеды.

18.03-01.277 К вопросу о стабилизации характеристик направленности подкильных антенн в режиме гидролокации. *Волков И.В., Крицкий К.Т., Кулаков А.Х., Макаров Н.А. Гидроакустика. 2017, № 30, с. 66-72. Рус.*

Рассмотрены возможности применения известных методов стабилизации характеристик направленности антенн в условиях качки носителя на примере конструктивно-технических решений, принятых при разработке гидролокаторов надводного корабля. Предложен подход к оценке эффективности работы гидролокаторов для заданных характеристик направленности антенн, длительности сигналов излучения и параметров качки.

18.03-01.278 Анализ понятий "реального" и "нереального" времени в деятельности оператора гидроакустического комплекса. *Беликова Е.В., Сопина О.П., Воронина О.В., Падерно П.И. Гидроакустика. 2017, № 30, с. 87-93. Рус.*

Рассмотрена специфика алгоритмов деятельности оператора ГАК. Показано, что оператор ГАК редко работает в условиях «реального времени». Обоснована необходимость создания информационного обеспечения, которое предоставляло бы оператору возможность повторно вызывать необходимую информацию в максимально удобном виде (текстовая, графическая и др.) различными способами (таблицы, всплывающие окна и др.).

18.03-01.279 Направление развития расчетной оценки гидроакустической совместимости активных и пассивных ГАС, установленных на подводном носителе. *Алексеев Б.Н., Вичевич Д.С., Трипольцев А.Г. Гидроакустика. 2017, № 30, с. 94-96. Рус.*

Дан краткий обзор современного состояния расчетной оценки

гидроакустической совместимости гидроакустических средств, установленных на подвижном подводном носителе. Обсуждаются технические пути дальнейшего развития этой оценки за счет применения трехмерной математической модели расчета пространственно-временной структуры акустического поля вдоль корпуса носителя с учетом дифракционных эффектов.

18.03-01.280 Определение текущих координат цели в бистатическом режиме гидролокации при неопределенности оценки пеленга на цель. *Матвеева И.В., Шейнман Е.Л.* *Гидроакустика*. 2017, № 31, с. 9-12. Рус.

Рассматривается задача определения координат цели в режиме бистатической гидролокации кораблей тактической группы при приеме сигнала на гибкую протяженную буксируемую антенну (ГПБА). Показана возможность снятия неопределенности оценки пеленга и дистанции до цели при обнаружении на линейную антенну, при курсе не совпадающем с направлением базы между разнесенными излучателем и приемником, и возможность уменьшения погрешностей оценок скорости и курса цели.

18.03-01.281 Реализация лучевого метода оценки координат источника гидроакустического сигнала на основе интеллектуального сопоставления. *Корецкая А.С., Мельканович В.С.* *Гидроакустика*. 2017, № 31, с. 13-22. Рус.

Рассмотрен вариант реализации лучевого метода оценки дальности и глубины на основе интеллектуальной системы отбора гипотез дальности и глубины по углам прихода лучей и задержкам. Достоинствами предложенного подхода являются возможность осуществлять настройку алгоритма на основе анализа текущего замера и особенностей гидрологических условий, а также наглядность процесса принятия решения.

18.03-01.282 Помехоустойчивое обнаружение, одно-временная оценка расстояния и радиальной скорости цели в пассивном режиме. *Кузнецов Г.Н., Кузькин В.М., Переселзов С.А.* *Гидроакустика*. 2017, № 31, с. 23-37. Рус.

Предложен и исследуется метод одновременного обнаружения источника слабых сигналов, оценки радиальной скорости и удаленности цели от приемника, основанные на двукратном преобразовании Фурье интерференционной картины, формирующейся в результате движения целей или приемной антенны. Обсуждается вопрос о разрешении нескольких движущихся источников. Приведены результаты расчетной и экспериментальной проверки эффективности метода и оценки его помехоустойчивости.

18.03-01.283 Базовая технология разработки программного обеспечения для моделирования поиска подводных объектов подводными аппаратами. *Опарин А.И.* *Гидроакустика*. 2017, № 31, с. 55-59. Рус.

Введено понятие объектно-ориентированной модели. Дана схема технологии объектно-ориентированного проектирования и создания прикладного программного обеспечения для поисковых задач в мобильных роботизированных технологических комплексах.

18.03-01.284 Интегрированная система боевого управления нижней полусферы надводного корабля — дальнейшее развитие интегрированных систем подводного наблюдения. *Огарименко С.Н., Паршук В.Н., Рубанов И.Л., Сергиенко М.М.* *Гидроакустика*. 2017, № 31, с. 60-64. Рус.

Рассматривается интегрированная система боевого управления нижней полусферы надводного корабля как развитие интегрированных систем подводного наблюдения.

18.03-01.285 Некоторые результаты исследований скалярно-векторных звуковых полей в инфразвуковом диапазоне частот. *Злобин Д.В., Злобина Н.В., Касаткин Б.А., Касаткин С.Б., Косарев Г.В.* *Гидроакустика*. 2017, № 31, с. 65-78. Рус.

Представлены результаты экспериментальных исследований скалярно-векторных звуковых полей на акватории залива Петра Великого (Японское море) с использованием трёхэлементной приёмной системы на основе комбинированных приёмни-

ков. Приведена оценка помехоустойчивости комбинированных приёмников в звуковом поле находящихся на акватории залива судов, в спектре шумового поля которых присутствуют дискретными составляющими вально-лопастного ряда в инфразвуковом диапазоне частот 2.0—20 Гц. Выполнена сравнительная оценка помехоустойчивости при различных алгоритмах её определения.

18.03-01.286 Организация и содержание целевой подготовки специалистов по информационным технологиям для разработки гидроакустических систем. *Жуков В.Б., Лисс А.Р., Мальцева Н.В., Попова О.С.* *Гидроакустика*. 2017, № 31, с. 79-87. Рус.

Рассматриваются требования к подготовке специалистов для разработки цифровых вычислительных комплексов гидроакустических систем и их программного обеспечения. Анализируются учебные планы подготовки бакалавров и магистров по основным направлениям информационных технологий — «Прикладная математика и информатика» и «Программная инженерия». Формулируется концепция реализации специализированной подготовки магистров для разработки гидроакустических приложений без изменения учебных планов магистерской подготовки.

18.03-01.287 Развитие отечественных гидроакустических средств в послевоенный период (1946—1955). (Третья часть). *Беркутов Р.Н., Попов В.А., Селезнев И.А.* *Гидроакустика*. 2017, № 31, с. 88-98. Рус.

Первая и вторая части этой статьи помещены в журнале *Гидроакустика*, вып. 28, с. 91-106 и вып. 29, с. 95-107.

18.03-01.288 Симметричное амплитудное ограничение случайного сигнала в непараметрическом обнаружителе. *Подгайский Ю.П.* *Гидроакустика*. 2017, № 32, с. 10-16. Рус.

Рассматривается взаимное влияние нескольких широкополосных шумовых процессов при прохождении их через симметричный ограничитель амплитуды. Оценена помехоустойчивость ограничителя при действии двух и трех сигналов шумящих источников.

18.03-01.289 Технические средства и методы исследования характеристик водной среды и ориентации векторно-скалярного модуля в пространстве. *Бакулин А.Е., Кузнецов Г.Н., Масляный В.П., Полканов К.И.* *Гидроакустика*. 2017, № 32, с. 17-26. Рус.

Приведены техническое описание и результаты натурных исследований методов одновременных измерений скорости звука и температуры воды, а также глубины, пеленга и ориентации векторно-скалярной антенны в трехмерном пространстве. Испытания проведены в режиме буксировки с использованием малогабаритного многофункционального комплекса, включающего гидрофизический блок, блоки ориентации и пеленгования. Комплекс рекомендуется для включения в состав стационарных или буксируемых скалярных или векторно-скалярных антенн.

18.03-01.290 Определение координат подводных лодок относительно дрейфующих навигационных буёв. *Коваленко Ю.А., Паршук В.Н., Проценюк А.С.* *Гидроакустика*. 2017, № 32, с. 41-50. Рус.

Приводятся алгоритмы определения координат подводных лодок относительно дрейфующих навигационных буёв и оценки точности полученных координат. Приведен алгоритм определения временной ошибки системы единого времени АНПА. Приведены результаты численного моделирования.

18.03-01.291 Оценка вероятности правильного обнаружения бликовой структуры портрета цели по эхосигналу для гидролокатора освещения ближней обстановки. *Тимошенко В.Г.* *Гидроакустика*. 2017, № 32, с. 51-55. Рус.

Рассматривается процедура обнаружения бликовой структуры портрета цели по эхосигналу применительно к гидролокатору освещения ближней обстановки при различных соотношениях сигнал/помеха. Получены аналитические выражения, которые позволяют определять вероятность структуры портрета эхосигнала при различных отношениях сигнал/помеха. Пока-

зано, что эффективность использования бликовой структуры портрета эхосигнала для задач классификации сомнительна.

18.03-01.292 Развитие отечественных гидроакустических средств в послевоенный период (1946—1955) (Четвертая часть). Беркутов Р.Н., Попов В.А., Селезнев И.А. *Гидроакустика*. 2017, № 32, с. 85-98. Рус.

1—3 части в сборниках «Гидроакустика», вып. 28, с. 91-106; вып.29, с. 95-107; вып.31, с. 88-98.

18.03-01.293 Обработка сигналов прослушивания режима шумопеленгования в низкочастотном диапазоне на сигнальных процессорах. Мнацаканян А.А., Пуеров Г.Ю., Сергеева Е.И. *Гидроакустика*. 2017, № 33, с. 59-65. Рус.

Обсуждаются возможные способы повышения информативности для оператора данных тракта прослушивания режима шумопеленгования в низкочастотном диапазоне. Предложена схема обработки и её программная реализация на сигнальном процессоре «Комдив128-РНО», позволяющая обрабатывать сигналы прослушивания в реальном времени.

18.03-01.294 Обеспечение устойчивой эксплуатации гидроакустических станций и комплексов с гибкими протяженными буксируемыми антеннами для надводных кораблей и подводных лодок. Андреев М.Я., Охрименко С.Н., Паршуков В.Н., Рубанов И.Л. *Гидроакустика*. 2017, № 33, с. 66-69. Рус.

Рассматривается актуальный вопрос обеспечения устойчивой эксплуатации гидроакустического вооружения (ГАС и ГАК с ГПБА) для НК и ПЛ и основные направления его решения.

18.03-01.295 Цифровые генераторные устройства гидролокационных станций освещения ближней обстановки. Александров В.А., Смирнов В.А., Игнатьев К.В., Ермолаева Е.Ю. *Гидроакустика*. 2017, № 33, с. 70-77. Рус.

Рассмотрены особенности перехода к цифровым генераторным устройствам (ГУ) на основе высокочастотных ключевых усилителей мощности (КУМ) с широко-импульсной модуляцией (ШИМ) и обоснована эффективность их применения для передающих трактов освещения ближней обстановки. Проработаны вопросы реализации малогабаритных ёмкостных накопителей на основе низковольтных конденсаторов большой ёмкости. Исследована возможность реализации многоканальных генераторных устройств с использованием цифрового формирования импульсных последовательностей ШИМ с открытым алгоритмом управления амплитудой, частотой и фазой сигналов возбуждения каналов гидроакустической фазированной решетки. Демонстрируются результаты разработки и испытаний каналов ГУ ультразвукового диапазона. Обоснована целесообразность внедрения модулей КУМ и проведен анализ условий согласования каналов ГУ с каналами приёмноизлучающей антенны.

18.03-01.296 Создание первых отечественных гидроакустических комплексов для атомных подводных лодок (1957—1967). Беркутов Р.Н., Попов В.А., Селезнев И.А. *Гидроакустика*. 2017, № 33, с. 86-96. Рус.

Рассматривается создание первых отечественных гидроакустических комплексов (ГАК) Рубин и Керчь для атомных подводных лодок, вооруженных баллистическими и крылатыми ракетами с целью обеспечения обороны страны от потенциального противника.

См. также 18.03-01.174, 18.03-01.188, 18.03-01.204, 18.03-01.218, 18.03-01.220, 18.03-01.223

Гидроакустические преобразователи и антенны

18.03-01.297 Гидроакустические преобразователи нетрадиционных типов и их математические модели. Балабаев С.М., Ивина Н.Ф. *Научные труды Дальневосточного гос. технич. рыбохозяйств. ун-та*. 2016. 39, № 1, с. 81-88. Рус.

Получено векторное дифференциальное уравнение, описывающее собственные колебания пьезопреобразователей в про-

извольной системе ортогональных криволинейных координат. Оно применимо для анализа преобразователей нетрадиционных типов: в виде эллипсоида вращения, эллиптического цилиндра, однополостного гиперболоида вращения и некоторых других. Для решения поставленной задачи применена теория электромагнитного поля, теория упругости и электроупругости, уравнения математической физики, элементы тензорного анализа и ортогональные криволинейные координаты.

18.03-01.298 Математическая модель гидроакустического пьезопреобразователя в форме полого эллиптического цилиндра. Балабаев С.М., Ивина Н.Ф. *Научные труды Дальневосточного гос. технич. рыбохозяйств. ун-та*. 2017. 43, № 4, с. 35-41. Рус.

Получена система дифференциальных уравнений в частных производных, описывающая собственные колебания пьезопреобразователя в форме полого эллиптического цилиндра. Для решения поставленной задачи применена теория электромагнитного поля, теория упругости и электроупругости, уравнения математической физики, элементы тензорного анализа и ортогональные криволинейные координаты.

18.03-01.299 Задача создания гидроакустической прозрачности конечной цилиндрической оболочки в дальнем поле. Косарев О.И., Пузачина А.К. *Вестник научно-технического развития*. 2018, № 5, с. 19-26. Рус.

Предложено решение задачи создания гидроакустически прозрачной конечной цилиндрической оболочки в дальнем поле путем активного гашения дифракционного поля с использованием средств гашения, расположенных на поверхности оболочки.

18.03-01.300 Среднеквадратичная аппроксимация характеристики направленности неэквилидистантной антенной решетки. Жуков В.Б. *Гидроакустика*. 2015, № 21, с. 12-16. Рус.

Рассмотрено возможное решение задачи среднеквадратичной аппроксимации заданной характеристики направленности с использованием неэквилидистантной антенной решетки, имеющей меньшее число элементов, нежели эквидистантная антенная решетка тех же размеров.

18.03-01.301 Оценка чувствительности излучателей в составе фазированной антенны. Кузнецов Г.Н., Лебедев О.В., Пудовкин А.А. *Гидроакустика*. 2015, № 21, с. 17-27. Рус.

Рассматривается возможность оценки чувствительности в режиме излучения отдельных гидроакустических преобразователей, работающих одновременно в составе фазированных антенн. Оценка выполняется путем моделирования и измерения сигналов в ближнем поле антенны. Исследуется влияние различных факторов и рекомендуются оптимальные параметры геометрии эксперимента. Показано, что использование вычисленных значений чувствительности каждого преобразователя в составе антенны позволяет учесть разброс характеристик и уменьшить боковое поле в дальней зоне.

18.03-01.302 Способ повышения помехоустойчивости цилиндрической гидроакустической антенны. Глебова Г.М., Жбанков Г.А., Селезнев И.А. *Гидроакустика*. 2015, № 21, с. 28-36. Рус.

Рассматривается помехоустойчивость звукопрозрачной однослойной цилиндрической антенны на фоне шумов моря. Формирование векторных приемников с дипольной характеристикой направленности из соседних датчиков давления, расположенных на направляющей кругового цилиндра, позволяет выполнить обработку сигналов с учетом векторных и потоковых компонент акустического поля. Показано, что при таком подходе отношение сигнал/помеха на выходе приемной системы может быть увеличено более чем на 10 дБ.

18.03-01.303 Экспериментальный анализ разрешающей способности гидроакустической антенны, расположенной вблизи отражающей поверхности. Винник Е.В., Глебова Г.М., Жбанков Г.А., Селезнев И.А. *Гидроакустика*. 2015, № 22, с. 18-24. Рус.

Представлены результаты обработки экспериментальных данных, полученных на антенне, установленной вблизи отражающей поверхности. Анализируются пространственные спек-

тры, рассчитанные методами Бартлетта, Кейпона и MUSIC, а также параметрическим методом Прони. Показано, что разрешающая способность метода Прони сравнима с методами высокого разрешения. Кроме того, наличие отражающей поверхности не влияет на его характеристики.

18.03-01.304 Поле линейной гидроакустической антенны. Жуков В.Б. *Гидроакустика*. 2015, № 22, с. 25-32. Рус.

Рассмотрен вопрос о распределении поля линейной гидроакустической антенны в ближней зоне и зоне Френеля.

18.03-01.305 Регулирование акустической мощности в задаче синтеза антенной решетки. Жуков В.Б. *Гидроакустика*. 2015, № 23, с. 5-8. Рус.

Рассмотрен вопрос об амплитудно-фазовом синтезе заданной характеристики направленности антенной решетки с учетом взаимного влияния ее элементов, которое, ввиду невозможности при решении задачи синтеза выполнения требования максимизации акустической мощности антенны, сводится к ее регулированию.

18.03-01.306 Расчет и экспериментальные исследования компактного продольно-изгибного гидроакустического преобразователя с центральной частотой излучения 520 Гц. Боголюбов Б.Н., Кирсанов А.В., Леонов И.И., Смирнов С.А., Фарфель В.А. *Гидроакустика*. 2015, № 23, с. 20-26. Рус.

Приведены описание конструкции и результаты измерений основных электроакустических характеристик разработанного компактного (длина 0.3 м, вес 15 кг) гидроакустического излучателя продольно-изгибного типа для создания интенсивных акустических полей на частотах порядка 500 Гц. Излучатель обеспечивает уровень акустической мощности около 100 Вт при эффективности ~35% и уровне создаваемого им акустического давления в 3500 Па на 1 м или 192 дБ (отн. 1 мкПа·м/В).

18.03-01.307 Использование буксируемого векторно-скалярного модуля и согласованной фильтрации для однозначной оценки координат широкополосного источника в пассивном режиме. Кузнецов Г.Н., Мизнюк А.Н., Смирнов Н.М., Полжанов К.И. *Гидроакустика*. 2015, № 24, с. 36-51. Рус.

Анализируются результаты расчетной и экспериментальной оценки координат широкополосного источника в мелком море и в гидроакустическом бассейне на основе согласованной фильтрации сигналов векторно-скалярным модулем. Установлено, что применение векторно-скалярного модуля обеспечивает однозначную оценку направления, глубины и дальности до источника шума. Показано, что метод обладает устойчивостью к умеренным изменениям вертикального распределения скорости звука в волноводе.

18.03-01.308 Применение быстрого преобразования Фурье при формировании характеристик направленности линейной антенной решетки. Пуэров Г.Ю., Сергеева Е.И. *Гидроакустика*. 2015, № 24, с. 70-74. Рус.

Рассматривается задача формирования характеристик направленности (ФХН) линейной эквидистантной антенной решетки. Описывается программная реализация ФХН с использованием алгоритмов «быстрой свертки» на сигнальных процессорах Комдив 128-РПО и ADSP-TS201 Tiger SHARC.

18.03-01.309 Исследование поведения ГПБА штатной буксируемой части гидроакустической станции для надводных кораблей. Желтаков А.В., Кокорин Д.В., Рубанов И.Л., Семенова С.А. *Гидроакустика*. 2015, № 24, с. 84-90. Рус.

Приведены результаты исследования поведения буксируемой части станции на испытаниях в Балтийском море.

18.03-01.310 использование комбинированных приемников и антенн в корабельной гидроакустике. Смарышев М.Д. *Гидроакустика*. 2016, № 25, с. 5-15. Рус.

Приводится краткий обзор работ в области исследования комбинированных, то есть состоящих из приемников акустического давления и колебательной скорости, гидроакустических антенн. Представлены соображения по использованию комбинированных антенн в корабельной гидроакустике.

18.03-01.311 Регулирование помехоустойчивости антенной решетки в задаче синтеза. Жуков В.Б. *Гидроакустика*. 2016, № 25, с. 16-21. Рус.

Рассмотрена двухкритериальная задача синтеза заданной характеристики направленности многоэлементной антенны с одновременным регулированием ее помехоустойчивости.

18.03-01.312 Оценка акустического эквивалента электрической помехи в приемных каналах гидроакустических средств. Алексеев Б.Н., Вичевич Д.С. *Гидроакустика*. 2016, № 25, с. 87-93. Рус.

Рассматриваются основные соотношения для оценки акустического эквивалента электрической помехи работе приемных каналов современных судовых гидроакустических средств на основе формата определения приведенных уровней гидроакустической помехи.

18.03-01.313 О работе гидроакустической антенны сквозь корпус корабля. Жуков В.Б. *Гидроакустика*. 2016, № 26, с. 5-13. Рус.

Рассмотрена задача излучения и приема звука гидроакустической антенной, апертура которой находится внутри внутренних обводов корпуса корабля или совмещена с ними. Приведено возможное решение задачи коррекции искажений характеристики направленности вследствие прохождения сигналов сквозь корпус корабля.

18.03-01.314 Компьютерное моделирование алгоритмов обработки процессов на выходе комбинированного приемника. Смарышев М.Д. *Гидроакустика*. 2016, № 26, с. 14-19. Рус.

Приведены результаты компьютерного моделирования аддитивной и мультипликативной обработок процессов на выходе комбинированного приемника. Показано, что компьютерное моделирование подтверждает правильность результатов, которые можно получить известным аналитическим методом.

18.03-01.315 Излучение цилиндрических преобразователей с открытой внутренней полостью и экранированной внешней поверхностью. Жуков В.Б., Островский Д.Б., Степанов В.Г. *Гидроакустика*. 2016, № 27, с. 5-12. Рус.

Решена задача излучения внутренней полостью цилиндрического преобразователя с экранированной внешней поверхностью и линейной антенной решеткой из таких соосных цилиндров. Учтены упругие свойства внутренней полости цилиндра.

18.03-01.316 Синтез неэквидистантной гидроакустической антенной решетки. Жуков В.Б. *Гидроакустика*. 2016, № 28, с. 5-9. Рус.

Рассматривается задача чебышевской аппроксимации заданной характеристики направленности при помощи неэквидистантной антенной решетки.

18.03-01.317 Учет флуктуаций параметров среды в теории гидроакустических антенн. Жуков В.Б. *Гидроакустика*. 2017, № 29, с. 10-17. Рус.

Рассмотрены прямая и обратная задачи определения звукового давления и распределения возбуждения гидроакустической антенны с учетом флуктуаций показателя преломления среды.

18.03-01.318 Использование современного вычислительного комплекса в задачах приема и обработки гидроакустических сигналов от гибкой протяжённой буксируемой антенны. Мальцева Н.В., Селеджи Г.Ц., Уэсва С.С. *Гидроакустика*. 2017, № 29, с. 80-87. Рус.

Работа посвящена рассмотрению применения вычислительного комплекса ВК-27.05 в задачах приема и обработки сигналов в системах с двумя типами гибких протяжённых буксируемых антенн: с частотным уплотнением аналоговых сигналов и с использованием цифрового временного накопления. Рассмотрены схемы передачи данных от антенны в цифровой вычислительный комплекс уплотнённых аналоговых сигналов по групповому каналу и оцифрованных сигналов по каналу "Ethernet" а также некоторые возникающие при этом особенности алгоритмов приёма и обработки сигналов.

18.03-01.319 Об акустической заметности приемной

гидроакустической антенны. *Жуков В.В. Гидроакустика. 2017, № 30, с. 13-18. Рус.*

Рассматривается вопрос о скрытности работы гидроакустического комплекса в пассивном режиме, включая уменьшение акустической заметности экранированных акустических антенн и оценку обратного излучения приемных антенн произвольной конструкции, в том числе звукопрозрачных.

18.03-01.320 Умеренная сверхнаправленность гидроакустической антенны. Жуков В.В. Гидроакустика. 2017, № 32, с. 5-9. Рус.

Рассматривается вопрос об особенностях построения и использования гидроакустических антенн с умеренной сверхнаправленностью, предназначенных к размещению на малогабаритных носителях.

18.03-01.321 Анализ результатов разработки энергетически эффективных широкополосных гидроакустических передающих устройств для звукоподводной связи. Александров В.А., Маркова Л.В., Смирнов В.А., Казаков Ю.В. Гидроакустика. 2017, № 32, с. 56-64. Рус.

Представлены результаты разработки и исследований приборов генераторных устройств для звукоподводной связи (ЗПС) современных гидроакустических комплексов (ГАК). Проведен анализ показателей качества ключевых усилителей мощности и обоснованы преимущества использования смешанных режимов работы. Определен основной фактор исследований выходных сигналов ключевых усилителей низкой частоты, связанный с задержкой включения транзисторов. Приведены расчетные зависимости амплитудных характеристик и коэффициента гармоник выходных сигналов в одноканальных и двухканальных усилителях класса АВD. Показаны преимущества многоканальных схем ключевого усиления гидроакустических передающих устройств на примере практической реализации прибора генераторного устройства (ГУ) режимов звукоподводной связи.

18.03-01.322 О коэффициенте концентрации мультипликативной гидроакустической антенны. Жуков В.В. Гидроакустика. 2017, № 32, с. 68-70. Рус.

Дана математическая формулировка коэффициента концентрации мультипликативной гидроакустической антенны.

18.03-01.323 Перспектива развития передающих устройств гидроакустических излучающих трактов. Александров В.А., Игнатьев К.В., Калашиников С.А., Ермолаева Е.Ю. Гидроакустика. 2017, № 32, с. 73-84. Рус.

Рассмотрены особенности применения и история развития излучающей аппаратуры в гидроакустике, обоснован приоритет применения ключевых усилителей мощности в современных гидроакустических излучающих трактах. Показаны особенности реализации ключевых усилителей с широтно-импульсной модуляцией для активных режимов гидроакустических комплексов. Представлены результаты разработки и исследований низкочастотных и высокочастотных гидроакустических излучающих устройств.

18.03-01.324 Поле скважинного излучателя. Жуков В.В., Островский Д.В. Гидроакустика. 2017, № 33, с. 5-12. Рус.

Представлены аналитические выражения акустического поля давления в нефтяной скважине, обсаженной металлической трубой и бетонным камнем.

См. также [18.03-01.3](#), [18.03-01.179](#), [18.03-01.192](#), [18.03-01.194](#), [18.03-01.195](#), [18.03-01.198](#), [18.03-01.211](#), [18.03-01.219](#), [18.03-01.222](#), [18.03-01.277](#), [18.03-01.294](#)

Подводные измерения и калибровка аппаратуры

18.03-01.325 Применение бортового измерительного комплекса для измерения собственных шумов в обтекателе антенны ГАС. Виноградов А.В., Цомаев М.З., Щепкин Е.В. Труды Крыловского государственного научного центра. 2018, № 1-1, с. 109-113. Рус.

Изложен опыт применения во время сдаточных акустических испытаний современного отечественного надводного корабля штатно установленного на нем бортового измерительного информационного комплекса (ИИК) типа М052, представляющего собой разветвленную многоканальную систему для комплексного измерения и оперативного анализа различных виброакустических характеристик корабля. На акустических испытаниях (в частности, для измерений собственных акустических шумов в камере обтекателя носовой антенны гидроакустической станции) на надводном корабле подобный измерительный комплекс был применен впервые. Рассмотрены характерные особенности применения ИИК, отличные от использовавшихся ранее способов измерения и анализа виброакустических характеристик корабля. Описаны строение комплекса, методика его использования, приводятся достоинства и недостатки применения ИИК, а также перспективы его дальнейшего развития.

18.03-01.326 Экспериментальные исследования возможности выделения вально-лопастного звукоряда движущегося морского объекта. Викторов Р.В., Колмогоров В.С., Пономарев М.О., Решетников Д.С. Гидроакустика. 2017, № 29, с. 63-69. Рус.

Рассматривается возможность кепстральной обработки сигнала по выделению вально-лопастного звукоряда движущегося морского объекта. Приведены результаты экспериментальных исследований в морских условиях, показывающие, что применение кепстральной обработки в широкой полосе анализа сигнала шумоизлучения морского объекта может привести к выигрышу в отношении сигнал—помеха при выделении дискретных составляющих вально-лопастного звукоряда движущейся морской цели по сравнению с амплитудным детектированием.

18.03-01.327 О возможностях измерения акустического давления параметрическим приемником Зверева—Калачева. Железный В.В., Островский Д.В., Ивлиев С.В. Гидроакустика. 2017, № 30, с. 19-28. Рус.

Рассматриваются возможности измерения акустического давления на низких частотах параметрической приемной антенной Зверева—Калачева с короткой базой. Получены математические выражения для расчета абсолютных значений акустического давления на основе данных о плотности морской воды, скорости звука, индекса фазовой модуляции сигнала накачки, геометрических размеров и ориентации параметрической приемной антенны в пространстве и проведена оценка факторов, определяющих погрешность измерений акустического давления. Отмечается, что рассмотренный способ измерения акустического давления по физическому подходу существенно отличается от методов измерений, используемых в линейной акустике, и может применяться для их верификации.

См. также [18.03-01.200](#)

Компьютерное моделирование в гидрофизике и гидроакустике

18.03-01.328 Измерение частотной зависимости коэффициента отражения звука в условиях незаглушённого бассейна. Исаев А.Е., Николаенко А.С., Поликарпов А.М. Измерительная техника. 2018, № 4, с. 53-56. Рус.

Рассмотрен способ измерения частотной зависимости коэффициента отражения звука от исследуемого материала в бассейне, когда влияние отражённых поверхностями бассейна звуковых волн не является пренебрежимо малым. Для оценки эффективности способа определён коэффициент отражения от границы раздела сред вода—воздух и вода—железобетон. Представлены результаты экспериментов и особенности измерений на низких (до нескольких десятков Герц) частотах.

18.03-01.329 Краткий обзор отечественных работ по тематике корреляционных лагов. Львов К.П. Гидроакустика. 2015, № 21, с. 76-81. Рус.

Рассмотрены работы, проводившиеся с начала 1970-х гг. Акустическим институтом им. акад. Н.Н. Андреева, ЦНИИ «Морфизприбор» и кафедрой технических средств судовождения Дальневосточного высшего инженерного морского училища им. адм. Г.И. Невельского. Статья проиллюстрирована экспе-

риментально полученной авто- и взаимно-корреляционной зависимостями, схемой размещения преобразователей антенного блока и трехпиковой автокорреляционной функцией сложного излучаемого сигнала.

18.03-01.330 **Обработка многолучевого сигнала с адаптацией к помехе.** *Подгайский Ю.П. Гидроакустика.* 2015, № 22, с. 71-76. Рус.

Анализируются причины ослабления многолучевого сигнала в пассивной приемной системе при быстрой адаптации к помехе. Рассматриваются три эвристических метода уменьшения этого эффекта в адаптивной системе при наличии сигнала во входной выборке, оценивается помехоустойчивость этой системы. Показано, что наиболее предпочтительными являются два метода: суммарно-разностной декорреляции многолучевого сигнала и пространственного сглаживания выборок.

18.03-01.331 **Оценка достоверности результатов контроля работоспособности гидроакустического комплекса (ГАК).** *Родимова Р.И., Шинкевич Ю.Г. Гидроакусти-*

ка. 2015, № 22, с. 85-92. Рус.

Предложена методика оценки основных показателей качества контроля — показателей достоверности. Проанализированы результаты оценки показателей достоверности для автоматизированной системы технического диагностирования одного из изделий.

18.03-01.332 **Некоторые результаты сравнения расчета врсз по гидрофизическим данным в Интернете.** *Львов К.П. Гидроакустика.* 2016, № 28, с. 60-65. Рус.

Приведены результаты сравнения оценок ВРСЗ, полученных с использованием формул Вильсона, Дель Гроссо, Маккензи, Чена—Миллера и ВНИИФТРИ. Оценки ВРСЗ выполнены для Балтийского, Охотского, Филиппинского, Норвежского и Средиземного морей по общедоступным интернет-ресурсам гидрофизических величин. Приведены статистические характеристики сравнения ВРСЗ, полученному с использованием формулы ВНИИФТРИ.

Атмосферная и аэроакустика

18.03-01.333 **Об одной оценке границы зоны режима Россби в атмосфере.** *Курганский М.В. Известия РАН. Физика атмосферы и океана.* 2018, 54, № 3, с. 301-309. Рус.

Рассматривается “двухзонная” модель атмосферной циркуляции над полушарием. Переменной в модели является географическая широта ? границы между зоной вихревого режима Россби в высоких и средних широтах и зоной режима циркуляции Хэдди в низких широтах. Используется близость между фактическим и экспоненциальным распределением массы воздуха над полушарием по значениям модифицированного потенциального вихря (МПВ) Эртеля. Информационная энтропия статистического распределения МПВ в атмосфере над полушарием и информационная энтропия вихревого режима в основной зоне “шторм-треков” используются для того, чтобы определить статистически (климатически) равновесное значение широты ?. На основе построенной статистически-динамической модели рассмотрен вопрос о блокирующих образованиях над полушарием.

Инфразвуковые и акустико-гравитационные волны

18.03-01.334 **Воздействие внутренних гравитационных волн на флуктуации метеорологических параметров атмосферного пограничного слоя.** *Зайцева Д.В., Коллистратова М.А., Люлюкин В.С., Кузнецов Р.Д., Кузнецов Д.Д. Известия РАН. Физика атмосферы и океана.* 2018, 54, № 2, с. 195-205. Рус.

Проанализированы изменения интенсивности турбулентности во время прохождения волновых пакетов в устойчивом атмосферном пограничном слое над однородной степью. Были рассмотрены восемь эпизодов волновой активности, зарегистрированных при помощи доплеровского содара на Цимлянкой научной станции Института физики атмосферы РАН в августе 2015 года. Эти эпизоды включали в себя семь волновых пакетов типа волн Кельвина-Гельмгольца и один типа волн плавучести. Для каждого эпизода была произведена оценка изменения среднеквадратичного отклонения вертикальной скорости ветра, структурной характеристики температуры, а также вертикальных потоков тепла и импульса при прохождении волновых пакетов. Было обнаружено, что волны Кельвина-Гельмгольца оказали незначительное влияние на интенсивность турбулентности, в то время как при прохождении волн плавучести измененные значения структурной характеристики температуры и вертикальных потоков увеличились более, чем на порядок.

18.03-01.335 **Моделирование распространения инфразвуковых волн и оценка энергии взрыва челябинского метеороида 15 февраля 2013 года.** *Куличков С.Н., Попов О.Е., Авалов К.В., Чунчузов И.П., Четвани О.Г., Смирнов А.А., Дубровин В.И., Ми-*

шенин А.А. Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2018, 54, № 3, с. 344-356. Рус.

Представлены результаты моделирования распространения инфразвуковых волн от взрыва челябинского метеороида 15 февраля 2013 г. Для расчетов использовался метод псевдодифференциального параболического уравнения (ПДПУ). Проанализированы данные регистрации инфразвуковых волн на станции IS31 (Актюбинск, Казахстан), расположенной на расстоянии 542.7 км от предполагаемого места взрыва метеороида. Было зарегистрировано 6 инфразвуковых приходов, отдельных хорошо выраженных сигналов. Показано, что первый “быстрый” приход соответствует распространению инфразвука в приземном акустическом волноводе. Остальные пять являются термосферными приходами. Продемонстрировано удовлетворительное согласие результатов расчетов сигналов с использованием метода ПДПУ и экспериментальных данных. Оценка энергии взрыва метеороида проведена двумя методами. Один основан на использовании закона сохранения акустического импульса. Второй метод использует взаимосвязь между энергией взрыва и доминантным периодом регистрируемого сигнала.

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

18.03-01.336 **Экспериментальные и теоретические исследования приземного распространения акустического излучения в атмосфере.** *Белов В.В., Буркатовская Ю.Б., Красненко Н.П., Раков А.С., Раков Д.С., Шаманова Л.Г. Оптика атмосферы и океана.* 2018, 31, № 5, с. 372-377. Рус.

Экспериментально и теоретически исследован процесс приземного распространения монохроматического акустического излучения с частотой 300, 1000, 2000 и 3150 Гц вдоль приземной трассы длиной до 100 м и для различных высот расположения источника и приемника звука. Эксперимент проводился на специально созданном стенде на полигоне ИМКЭС СО РАН. Проанализирована зависимость величины регистрируемого звукового давления от длины трассы распространения и начальной мощности сигнала. Теоретический анализ проведен методом Монте-Карло с использованием разработанного авторами алгоритма локальной оценки. Проведено сравнение экспериментальных и теоретических результатов, показано их удовлетворительное согласие, что свидетельствует об эффективности предложенного алгоритма и о возможности его использования для прогноза приземного распространения звука.

18.03-01.337 **Моделирование орографических волн с использованием модели WRF с высоким разрешением.** *Крупин А.В., Ефимов В.В. Вестник Забайкальского госу-*

дарственного университета. 2018. 24, № 1, с. 18-25. Рус.

Определено, что волны в атмосфере представляют собой колебания воздуха, которые распространяются в атмосфере Земли, возникают под воздействием внешних сил и происходят произвольно, сами по себе, поскольку атмосфера Земли имеет свои частоты. Установлено, что физическая природа этих сил влияет на формирование трех классов волн в атмосфере, среди которых различают акустические (звуковые), внутренние гравитационные и планетарные. Показано, что в нижнем шаре атмосферы, как правило, и расположены источники волн, которые, тем не менее, могут не только находиться в нижней атмосфере, но и проникать в другие слои. Выявлено, что для акустических волн характерна сжимаемость воздуха, а скорость распределения составляет примерно 300 м/с. Отмечено, что давление является незначительным (1–10 Па), за исключением волн, которые возникают при взрывах. Аргументировано положение о том, что исследование физики атмосферы является достаточно актуальным вопросом, поскольку позволяет решать экологические, климатологические вопросы. Отмечено, что для исследования волновых изменений в атмосфере требуется детальный анализ больших массивов данных и длинных временных рядов. Основная цель работы заключалась в моделировании орографических волн с использованием модели WRF с высоким разрешением. Для достижения поставленной цели и изучения волновых изменений авторами использованы модели с высоким разрешением, т.к. именно с помощью эксперимента можно детально изучить поставленную проблематику. Установлено, что волны расположены на высотах от поверхности до уровня 800 мб (около 1900 м). Сделан вывод, что этот волновой след в облаках нижнего яруса атмосферы над морем появился в результате формирования специфического профиля скорости ветра.

18.03-01.338 Накат длинных волн на плоский и "безотражательный" откосы. Диденкулова И.И., Пелиновский Е.Н., Родин А.А. *Известия РАН. Механика жидкости и газа*. 2018, № 3, с. 71-77. Рус.

При помощи вычислительного комплекса CLAWPACK выполнено численное исследование наката длинных волн на два типа откосов в рамках нелинейной теории мелкой воды. Один из откосов представляет собой плоский откос, широко используемый в лабораторных и численных экспериментах; второй — так называемый "безотражательный" откос ($h \sim x^{4/3}$, где h — глубина бассейна, x — расстояние от уреза). В случае очень малых амплитуд волны при отсутствии обрушения высота наката на безотражательном пляже превышает высоту наката на плоский откос. С увеличением амплитуды волн эффекты обрушения сказываются сильнее на безотражательном пляже, и высота наката становится меньше.

18.03-01.339 Поверхностные колебания свободно падающей капли идеальной жидкости. Кистович А.В., Чашечкин Ю.Д. *Известия РАН. Физика атмосферы и океана*. 2018. 54, № 2, с. 206-212. Рус.

Проанализированы изменения интенсивности турбулентности во время прохождения волновых пакетов в устойчивом атмосферном пограничном слое над однородной стеньгой. Были рассмотрены восемь эпизодов волновой активности, зарегистрированных при помощи доплеровского содара на Цимлянкой научной станции Института физики атмосферы РАН в августе 2015 года. Эти эпизоды включали в себя семь волновых пакетов типа волн Кельвина—Гельмгольца и один типа волн плавучести. Для каждого эпизода была произведена оценка изменения среднеквадратичного отклонения вертикальной скорости ветра, структурной характеристики температуры, а также вертикальных потоков тепла и импульса при прохождении волновых пакетов. Было обнаружено, что волны Кельвина—Гельмгольца оказали незначительное влияние на интенсивность турбулентности, в то время как при прохождении волн плавучести измеренные значения структурной характеристики температуры и вертикальных потоков увеличились более, чем на порядок.

18.03-01.340 Волны на поверхности идеальной несжимаемой тяжелой жидкости под действием ветровой нагрузки. Звягин А.В., Сапунов К.В. *Вестник МГУ. Сер. 1: Математика. Механика*. 2017, № 5, с. 50-56. Рус.

Изучается движение полупространства идеальной несжимаемой жидкости в поле сил тяжести под периодическим воздействием давления на ее поверхность. Задача решается в приближении волн малой амплитуды. Найдены аналитическое решение для потенциала скорости, поле скоростей и вид свободной поверхности. Получено выражение для горизонтальной силы в случае бегущей волны.

Распространение и рассеяние на турбулентности и на неоднородных течениях

18.03-01.341 Трехпараметрическая модель турбулентности для высокоскоростных течений. Молчанов А.М., Быков Л.В., Янышев Д.С. *Инженерно-физический журнал*. 2018. 91, № 3, с. 720-727. Рус.

Приводится формулировка модернизированной версии трехпараметрической модели турбулентности, разработанной ранее авторами для расчета высокоскоростных течений. Модернизированная модель турбулентности позволяет проводить расчет как свободных, так и пристеночных течений. Отличительными особенностями модели являются применение отдельного уравнения для пульсаций скорости, направленным перпендикулярно линиям тока, а также специальных функций градиентного числа Маха для учета сжимаемости. Описываемая модель была апробирована на ряде тестовых задач. Полученные результаты расчетов хорошо совпадают с экспериментальными данными.

18.03-01.342 Разработка стратегии активного управления волнами неустойчивости в невозбужденных турбулентных струях. Беляев И.В., Бычков О.П., Зайцев М.Ю., Копьев В.А., Копьев В.Ф., Остриков Н.Н., Фараносов Г.А., Чернышев С.А. *Известия РАН. Механика жидкости и газа*. 2018, № 3, с. 14-27. Рус.

Исследуется возможность управления волнами неустойчивости в слое смешения дозвуковой невозбужденной струи. Эти волны могут являться источниками шума как в свободных струях, так и в струях в компоновке. В работе реализован метод экспериментальной диагностики волн неустойчивости в ближнем поле струи с помощью многоканальной азимутальной решетки. Полученные данные о пульсациях ближнего поля использованы для тестирования предложенной авторами стратегии управления, заключающейся в узкополосной скользящей фильтрации исходного сигнала и формировании узкополосного управляющего воздействия исходя из линейного принципа суперпозиции сигналов. Результат работы представляет собой следующий шаг к реализации активной системы управления, подавляющей естественные волны неустойчивости в турбулентной струе.

18.03-01.343 Определение пространственных характеристик турбулентного поперечного течения при многочастотном акустическом зондировании. Есинов И.Б., Черноусов А.Д., Попов О.Е. *Известия РАН. Серия физическая*. 2018. 82, № 1, с. 538-544. Рус.

Приводятся результаты экспериментального исследования возможности решить обратную задачу — восстановить скорость турбулентного потока и его положение в пространстве по анализу спектра флуктуаций акустического сигнала разных частот, пересекающего этот поток. Обсуждаются условия и точность восстановления характеристик турбулентного течения с помощью многочастотного сигнала, распространяющегося по одной акустической трассе. Исследование выполнялось в заглушенной акустической камере. В качестве турбулентного потока служила струя воздуха. Несмотря на общезначительный характер выполненных исследований, полученные результаты могут быть применимы в задачах атмосферной акустики, аэроакустики, а также акустики океана.

18.03-01.344 К нелинейной динамике турбулентных термик в сдвиговом потоке. Ингель Л.Х. *Прикладная механика и техническая физика*. 2018. 59, № 2, с. 23-30. Рус.

Нелинейная интегральная модель турбулентного термика обобщена на случай наличия горизонтальной составляющей его движения относительно среды (например, всплывания термика в сдвиговом потоке). В отличие от традиционных моделей учтена возможность тепловыделения в термике. Получены ана-

литические решения для кусочно-постоянного вертикального профиля горизонтальной скорости среды и постоянного вертикального сдвига скорости, описывающие различные режимы динамики термик. Исследовано нелинейное взаимодействие горизонтальной и вертикальной составляющих движения термика, поскольку каждая из них влияет на интенсивность вовлечения окружающей среды, т. е. на скорость увеличения размеров термика и, следовательно, на его подвижность. Показано, что интенсификация вовлечения среды за счет взаимодействия термика с поперечным потоком может приводить к существенному уменьшению его подвижности.

Аэро-термо-акустика и акустика горения

18.03-01.345 Исследования огнестойкости гидроакустических покрытий подводных лодок. *Кривошапкин Д.В., Летин А.Н. Труды Крыловского государственного научного центра.* 2018, № 1-1, с. 96-102. Рус.

Приведены результаты работ по исследованию огнестойкости наружных и межбортовых гидроакустических покрытий различных конструкций, применяемых в настоящее время на подводном флоте, и их экспериментальных образцов с повышенным уровнем огнезащиты. Предложены способы повышения огнестойкости конструкций гидроакустических покрытий за счет применения в наружных слоях кевларовой ткани или огнестойкой резины на основе хлопчатобумажного каучука с антипиреном.

18.03-01.346 Возможно ли проникновение импульса звукового удара от современного истребителя в водную среду с его дальнейшим волновым распространением в этой среде? *Маков Ю.Н. Noise Theory and Practice (Электронный ресурс).* 2018, 4, № 1, с. 18-29. Рус.

Рассматриваются возможности распространения в волновом режиме «проникшего» в водную среду через границу воздуха импульса звукового удара от летящего сверхзвукового самолета. Анализируемое волновое распространение импульса звукового удара в водной среде альтернативно укоренившемуся в литературе представлению о не волновом характере проникновения этого импульса в воду с быстрым уменьшением (в модели идеальной жидкости) пикового значения импульса и сглаживания его формы при отходе от поверхности жидкости вглубь. Действительно, не волновой режим проникновения типичен при «стандартном» полете сверхзвукового самолета параллельно водной поверхности, однако в данной работе рассматривается результат пикирования (не очень крутого) самолета к водной поверхности, что и обеспечивает нужный эффект.

18.03-01.347 Моделирование автоколебаний в установках с горением. *Чепрасов С.А. Мат. моделир.* 2018, 30, № 4, с. 66-72. Рус.

Представлена модель турбулентного горения для расчета автоколебаний в камерах сгорания. Модель основана на методе крупных вихрей (LES) совместно с глобальным механизмом горения метана. Проведено численное моделирование автоколебаний в лабораторной установке с горением. Продемонстрировано, что в расчете качественно верно моделируется основная продольная мода автоколебаний.

18.03-01.348 Об автоколебаниях в струе и газовом факеле с сильной закруткой потока. *Абдуракипов С.С., Дулин В.М., Маркович Д.М. Теплофиз. и аэромех.* 2018, № 3, с. 395-402. Рус.

Представлены результаты исследования нестационарной динамики потока в газовом факеле с сильной закруткой, распадом и прерывистой вихревой ядра папорообразными оптическими методами, а также результаты теоретического анализа наиболее быстро растущих мод гидродинамической неустойчивости потока. Определены характеристики автоколебательной моды на начальном участке турбулентного течения закрученной пропано-воздушной струи, горящей в атмосферном воздухе в форме поднятого пламени. Анализ данных методом главных компонент и линейный анализ устойчивости выявил, что эволюция доминирующей в потоке автоколебательной моды соответствует квазитвердому вращению с практически постоянной угловой скоростью когерентной пространственной структуры, состоящей из спиралевидного вихревого ядра струи и двух вин-

товых вторичных вихрей.

18.03-01.349 Численное исследование определения величин пульсаций давления и собственных акустических частот в камерах сгорания с наполнителем сложной формы. *Глазунов А.А., Еремин И.В., Жильцов К.Н., Костюшин К.В., Тырышкин И.М., Шуваринов В.А. Вестн Том. гос. ун-та. Математика и механика.* 2018, № 53, с. 59-72. Рус.

Проведено численное моделирование возникновения неустойчивости течения и автоколебаний давления для камер сгорания с наполнителем сложной формы. Расчет течения продуктов сгорания в газодинамическом тракте проводился в рамках однофазной модели на основе решения уравнений Навье—Стокса для сжимаемой среды. Показано влияние модели турбулентности $k-\varepsilon$ и модели крупномасштабных вихрей (LES) на характеристики пульсаций давления. Предложен подход для определения положения первых мод колебаний давления в камерах сгорания сложной геометрии. DOI: 10.17223/19988621/53/6.

18.03-01.350 Определение поля течения в топливном баке ракетного двигателя после выполнения миссии. *Федоров А.В., Бедарев И.А., Лаврук С.А., Трушляков В.И., Куденцов В.Ю. Инженерно-физический журнал.* 2018, 91, № 2, с. 345-352. Рус.

Для описания процессов, протекающих в образцах новой техники и использующих остатки топлива в баках ракетных двигателей, используется метод математического моделирования. В рамках определенных моделей турбулентности проводится расчет поля течения в объеме бака ступени ракетносителя при вдуве в него горячей струи газа. Выявлена вихревая структура течения, определены характеристики теплообмена при различных углах ввода струи. Полученная корреляция $Nu = Nu(Re)$ удовлетворительно описывает экспериментальные данные.

См. также **18.03-01.344**

Ударные и взрывные волны, звуковой удар

18.03-01.351 Снижение ударно-волнового воздействия, вызванного тангенциальным прохождением детонационной волны, с помощью пористых покрытий. *Головастов С.В., Бивол Г.Ю., Александрова Д.М. Машиностроение и компьютерные технологии.* 2018, № 3, с. 37-49. Рус.

Экспериментально изучен один из пассивных способов снижения интенсивности ударной или детонационной волны в водородно-воздушной смеси, способной формироваться внутри герметичной оболочки ядерного реактора, т.е. в таких условиях, при которых принудительная вентиляция затруднительна или невозможна. В качестве пассивного элемента рассматривается пористое покрытие на боковой стенке канала. Для упрощения решается задача снижения интенсивности и затухания детонационной волны в одномерной постановке в ограниченном канале, внутренняя поверхность которого покрывается пористым материалом. В качестве пористого материала использовались полиуретан, полиуретан, покрытый клеем полипропиленовой лентой, и стальная шерсть. Динамика распространения фронта пламени регистрировалась с помощью скоростной цифровой камеры в оптическом диапазоне 400—1000 нм. Получены временные развертки движения фронта пламени и продуктов горения. Давление, с которым волна оказывает воздействие на боковую поверхность канала, определялось с помощью пьезоэлектрических датчиков давления. Представлены амплитудные значения давления, оказываемое на стенки, и интегральные значения импульсов давления.

18.03-01.352 О двумерной ударной волне для модельной задачи. *Палин В.В. Математические заметки.* 2018, 103, № 6, с. 875-883. Рус.

Для модификации системы уравнений мелкой воды (система для двухкомпонентной смеси) доказано существование неклассических (двумерных) ударных волн в задаче Римана.

18.03-01.353 Моделирование отражения и фокусировки ударных волн в конической полости в химически реагирующем газе. *Стамов Л.И., Тюренкова В.В.*

Мат. моделир. 2018. 30, № 3, с. 3-18. Рус.

Целью настоящей работы является трехмерное вычислительное моделирование процессов отражения и фокусировки ударных волн в конических полостях в химически реагирующей смеси газов и определение условий возникновения детонации. Приводятся результаты тестирования вычислительного кода путем сравнения с экспериментальными данными. Проведено уточнение модели химических взаимодействий для водородно-воздушной смеси.

18.03-01.354 К анализу вибропроводящих систем с включенными ударными парами. *Крупенин В.Л. Вестник научно-технического развития.* 2018, № 1, с. 13-25. Рус.

Рассматриваются резонансные явления в вибропроводящих одномерных системах с изолированными ударными парами. Дается частотно-временной анализ динамики таких систем, оценивается спектральный состав вибрации. Приводятся примеры расчета.

18.03-01.355 К проблеме анализа случайных колебаний ударного осциллятора при отказе от гипотезы Ньютона. *Крупенин В.Л. Вестник научно-технического развития.* 2018, № 3, с. 16-21. Рус.

Рассмотрена методика расчета виброударной системы с одной степенью свободы, соударяющейся с жестким ограничителем хода при широкополосном случайном силовом воздействии. Используются методы, предложенные и развитые Р.Л. Стратоновичем. Получены определяющие соотношения, найдены необходимые характеристики случайного виброударного процесса.

18.03-01.356 Динамические принципы разработки виброударных машин. *Асташев В.К., Крупенин В.Л. Вестник научно-технического развития.* 2018, № 5, с. 3-10. Рус.

Дается обзор важнейших динамических эффектов и явлений, сопровождающих функционирование разнообразных машин и устройств виброударного действия, важнейшего подкласса вибрационных машин. Показано, что достижение высокой эффективности таких систем основано на использовании принципов, основанных на содержательном использовании этих эффектов и явлений.

18.03-01.357 Области существования ударно-волновых структур различного типа, возникающих при интерференции двух скачков уплотнения одного направления. *Булат П.В., Упырев В.В. Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму.* 2018, № 1-2, с. 17-23. Рус.

18.03-01.358 Определение зон безопасности при взрыве газоздушных смесей. *Шугаев В.А. Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму.* 2018, № 1-2, с. 59-65. Рус.

18.03-01.359 Ослабление ударной волны с помощью пенопористого материала, содержащего твердые частицы. *Капранова А.С., Чернышов М.В. Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму.* 2018, № 1-2, с. 95-97. Рус.

18.03-01.360 Компьютерное моделирование механического действия ударной волны на бронешлем и объект защиты. *Жуков И.Е., Милев А.В., Котосов А.А. Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму.* 2018, № 3-4, с. 39-45. Рус.

18.03-01.361 Численное моделирование взаимодействия воздушной ударной волны с приповерхностным газопылевым слоем. *Суров В.С. Инженерно-физический журнал.* 2018. 91, № 2, с. 393-399. Рус.

В рамках одно- и многоскоростной моделей запыленного газа с использованием метода Годунова с линеаризованным римановским решателем исследована задача взаимодействия ударной волны с газопылевым слоем, расположенным вдоль твердой плоской поверхности.

18.03-01.362 Модель импактной струи идеальной жидкости на основе точного решения плоской задачи. *Белик В.Д. Инженерно-физический журнал.* 2018. 91, № 2, с. 400-410. Рус.

Рассмотрена двумерная задача истечения идеальной потенциальной жидкости из резервуара через насадок при конечном расстоянии между срезом сопла и бесконечной плоской преградой. На основе методов теории функций комплексной переменной найдено точное решение плоской задачи по столкновению струи с преградой. В результате получены простые аналитические выражения для комплексной скорости жидкости, расхода и силы воздействия струи на преграду. Для ряда значений расстояний между срезом сопла и преградой приведены кривые распределения скорости жидкости на срезе сопла, в зоне растекания струи и на преграде. Получены аналитические выражения для толщины пограничного слоя и числа Нуссельта в точке торможения струи. Приведен ряд кривых распределения локального коэффициента трения и числа Нуссельта.

18.03-01.363 Особенности высокоскоростного проникания и движения суперкавитирующих кинетических ударников в воде. *Буркин В.В., Акиншин Р.Н., Афанасьева С.А., Борисенков И.Л., Иценко А.Н., Хаббуллин М.В., Чупашев А.В., Югов Н.Т. Инженерно-физический журнал.* 2018. 91, № 3, с. 701-708. Рус.

Рассматриваются условия обеспечения устойчивого высокоскоростного движения суперкавитирующих кинетических ударников в воде. Для исследования напряженно-деформированного состояния и возможного разрушения твердых тел при движении в воде и взаимодействии с подводными преградами различного типа проводится математическое моделирование на основе единого методологического подхода механики сплошной среды. Диапазон исследуемых скоростей составляет 500—1590 м/с. Приведены результаты группового старта суперкавитирующих ударников.

18.03-01.364 Расчетно-экспериментальное исследование развития турбулентного перемешивания в газовой слоежке при прохождении ударной волны. *Бодров Е.В., Змушко В.В., Невмержицкий Н.В., Разин А.Н., Сеньковский Е.Д., Сотсков Е.А. Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2018, № 3, с. 54-62. Рус.

Представлены экспериментальные данные и результаты прямого численного моделирования течения, возникающего в трубе постоянного сечения при прохождении ударной волны через трехслойную газовую систему. Трехслойная система сформирована в результате постановки в трубе двух тонких пленок и заполнения пространства между ними газами различной плотности. Первая контактная граница (тонкая пленка) наклонена под углом 45° к фронту ударной волны, вторая расположена параллельно фронту. Ударная волна формируется на левом конце трубы и движется в сторону первой контактной границы с числом Маха $M=2.4$. Выполнено сравнение результатов моделирования задачи с экспериментальной информацией.

18.03-01.365 О прохождении ударной волны сквозь слой заряженного газа. *Голубятников А.Н., Ковалевская С.Д. Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2018, № 3, с. 108-111. Рус.

Приведен класс точных решений уравнений идеальной электрогидродинамики, которые описывают процесс распространения плоской ударной волны по статическому фону с падающей плотностью при наличии гравитационного и продольного электрического полей. Данный класс решений содержит одну произвольную функцию лагранжевой переменной, что позволяет рассмотреть целый ряд физически различных случаев.

18.03-01.366 Взаимодействие ударных волн вблизи цилиндра, перпендикулярного притупленной пластине. Часть I. Течение газа и теплообмен на пластине вблизи цилиндра. *Боровой В.Я., Мошаров В.Е., Радченко В.Н., Скуратов А.С. Учен. зап. ЦАГИ.* 2018. 49, № 2, с. 3-13. Рус.

Проведено экспериментальное исследование гиперзвукового обтекания цилиндра, установленного на острой и притупленных пластинах. Эксперименты проводились в ударной аэродинамической трубе при числе Маха $M=5$ в широком диапазоне значений чисел Рейнольдса Re_L (по длине пластины): от $0.6 \cdot 10^7$ до $3.4 \cdot 10^7$. Варьировались удаление цилиндра от передней кромки пластины X_0 и радиус ее притупления. Использовался панорамный метод исследования теплообмена. Работа

состоит из двух частей. В части I представлены результаты исследований структуры течения и теплообмена на поверхности пластины перед цилиндром и вблизи него. Показано, что коэффициент теплоотдачи вблизи цилиндра во много раз больше, чем на пластине в невозмущенной области и по порядку величины близок к коэффициенту теплоотдачи на лобовой поверхности цилиндра, обтекаемого невозмущенным потоком. Увеличение радиуса притупления пластины до некоторого уровня существенно уменьшает максимальное число Стантона перед цилиндром. При переходном и турбулентном состояниях невозмущенного пограничного слоя на пластине перед цилиндром изменение числа Рейнольдса в исследованном диапазоне слабо влияет на степень усиления теплообмена вблизи цилиндра как на острой, так и на притупленной пластине. В ходе изучения состояния невозмущенного цилиндрическим пограничного слоя на пластине подтверждено существование реверса ламинарно-турбулентного перехода, наступающего при увеличении радиуса притупления. Показано, что переход пограничного слоя и его реверс приводят к немонотонному изменению пиковых значений числа Стантона на пластине в зависимости от радиуса притупления ее передней кромки и степени удаления цилиндра.

18.03-01.367 Показатель автомодельности сильных сходящихся цилиндрических ударных волн в газе с однородной плотностью. Юсупалиев У., Сыроев Н.Н., Шутеев С.А., Белякин С.Т. Вестник МГУ. Серия 3: Физика. Астрономия. 2017, № 6, с. 44-48. Рус.

Предложена модель схождения сильных цилиндрических ударных волн (УВ) в газе с однородной плотностью. Дифференциальные уравнения с частными производными этой модели сведены к обыкновенным дифференциальным уравнениям, из которых определен закон схождения таких УВ и зависимость их показателя автомодельности от эффективных показателей адиабаты газа перед и за фронтами УВ. Показано, что эта зависимость для цилиндрических УВ в пределах ошибки измерений согласуется с опытными данными.

18.03-01.368 Экспериментальное исследование удара и проникания конического ударника в мерзлый песчаный грунт. Брагов А.М., Баландин В.В., Котов В.Л., Баландин В.В., Линник Е.Ю. Прикладная механика и техническая физика. 2018, 59, № 3, с. 111-120. Рус.

На основе методики обращенного эксперимента с использованием техники мерных стержней проведены исследования процессов удара и проникания стального конического ударника в мерзлый песчаный грунт. Представлены зависимости максимальных значений силы сопротивления внедрению в грунт конусов с диаметром основания 10,0, 12,0 и 19,8 мм от скорости удара в диапазоне значений 100—400 м/с. В результате численного решения задачи в осесимметричной постановке с использованием пакета программ "Динамика-2" показано влияние волн, отраженных от стенок контейнера, на контактную силу. Проведен сравнительный анализ сил сопротивления внедрению ударника в уплотненный сухой, водонасыщенный и мерзлый песчаные грунты.

См. также 18.03-01.22, 18.03-01.61, 18.03-01.127

Звук в трубах с потоками

18.03-01.369 Многопараметрическая оптимизация органов управления вектором тяги, основанных на вдуве струи газа в сверхзвуковую часть сопла. Волков К.Н., Емельянов В.Н., Яковчук М.С. Вычисл. методы и программирование. 2018, 19, № 2, с. 158-172. Рус.

Рассматриваются процессы, сопровождающие вдув сверхзвуковой струи газа в расширяющуюся часть сопла, применительно к созданию управляющих усилий в ракетных двигателях. Разрабатывается подход к многопараметрической оптимизации геометрической формы сопла и параметров вдува струи в сверхзвуковой поток, основанный на применении численной модели турбулентного течения вязкого сжимаемого газа. В качестве параметров оптимизации используются степень нерасчетности вдуваемой струи, угол наклона сопла вдува к оси основного сопла, удаление сопла вдува от критического сечения

основного сопла и форма выходного сечения сопла вдува. Проводится сравнение результатов расчетов, полученных для различных конфигураций системы подвода вдуваемого газа. Делаются выводы о влиянии входных параметров задачи на коэффициент изменения тяги сопла.

18.03-01.370 Взаимодействие акустически модулированной струи газа с сыпучими материалами. Мордасов Д.М., Мордасов М.М., Фирсова А.В., Мордасов М.Д. Вестник Тамбовского государственного технического университета (ТГТУ). 2018, 24, № 1, с. 172-182. Рус.

Изучена физика процессов взаимодействия акустически модулированной струи газа с сыпучими материалами. Показано, что взаимодействие струйно-акустического сигнала с сыпучим материалом сопровождается полным его отражением с формированием в пространстве между генератором и нагрузкой режима стоячих волн. Приведено математическое описание физических эффектов, выявлены механизмы влияния высоты слоя сыпучего материала, его гранулометрического состава и скорости перемещения на происходящие процессы. Представлены результаты экспериментальных исследований, которые позволяют расширить знания в области взаимодействия низкочастотных акустических колебаний с гетерогенными материалами и могут быть положены в основу принципиально новых методов и устройств контроля их физико-механических свойств.

18.03-01.371 Экспериментальное и численное моделирование процессов сверхзвукового истечения из полужакрытого канала. Абашев В.М., Еремкин И.Н., Животов Н.П., Замураев В.П., Калинина А.П., Третьяков П.К., Тулик А.В. Инженерно-физический журнал. 2018, 91, № 2, с. 361-370. Рус.

Статья посвящена исследованию тепло-газодинамических процессов в полужакрытых каналах, в которые подается воздух через отверстие, сфокусированные на ось. Изучено влияние размера отверстий, их положения и ориентации вытекающих через них струй, а также давления в форкамере на давление в различных точках стенки канала и на поля параметров течения (поля чисел Маха, давления, температуры). Экспериментальные исследования сопровождались численными 2D и 3D расчетами.

18.03-01.372 Особенности динамики волны пузырьковой детонации в трубчатых кластерах. Гималтдинов И.К. Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2018, № 3, с. 28-39. Рус.

Исследованы особенности перехода детонационной волны из трубчатого объема пузырьковой жидкости, ограниченного слоем "чистой" жидкости, в область однородной пузырьковой жидкости. Показано, что детонационная волна, распространяющаяся в трубчатом пузырьковом кластере, при переходе участка, где радиус кластера скачком увеличивается, может срывать из-за двумерного рассеяния волны в расширяющейся зоне, несмотря на увеличение энергоемкости системы.

18.03-01.373 Свободномолекулярное течение газа в канале с изгибающейся границей. Косьянчук В.В., Якуничков А.Н. Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2018, № 3, с. 87-97. Рус.

Проведено численное моделирование свободномолекулярного течения газа через микроканал с подвижными, изгибающимися по волновому закону стенками. Показано, что вероятность прохождения молекул газа через такой канал существенно зависит от безразмерного соотношения волновой скорости движения стенок канала и характерной тепловой скорости молекул газа. Выявлено, что вероятность прохождения также значительно различается при течении газа "по" и "против" направления распространения волн на границе. Обсуждаются приложения данного эффекта как для создания микрогазоразделительных устройств, так и для разработки микронасосов. Исследовано влияние параметров задачи на эффективность данных устройств.

18.03-01.374 Об образовании малых кластеров в свободно-расширяющейся струе водяного пара. Быков Н.Ю. Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2018, № 3, с. 98-107. Рус.

Представлены результаты расчетов истечения водяного пара в вакуум через отверстие в бесконечно тонкой стенке из источника, давление и температура в котором поддерживаются постоянными. Расчеты выполнены методом прямого статистического моделирования и учитывают процессы формирования/распада кластеров воды в поле течения. Рассмотрены переходные по числу Кнудсена режимы истечения пара. Проанализировано влияние процессов кластерообразования на параметры течения, которое становится существенным при мольной доле кластеров от 4% и выше. Продемонстрирован эффект "замораживания" мольных концентраций кластеров с удалением от источника. Исследовано влияние используемых в модели значений вероятности ассоциации мономера и димера при взаимных парных столкновениях на мольную концентрацию димеров. Выполнено сравнение полученных результатов с имеющимися экспериментальными данными.

18.03-01.375 О сжимаемом течении Куэтта. *Голубкин В.Н., Сизых Г.В. Учен. зап. ЦАГИ.* 2018. 49, № 1, с. 27-38. Рус.

Найдены два точных решения уравнений Навье—Стокса для стационарного течения сжимаемого газа, коэффициент вязкости которого связан с температурой формулой Сатерленда. Первое решение описывает плоское сдвиговое течение между движущимися с разными скоростями параллельными пластинами (аналог несжимаемого течения Куэтта). Второе решение относится к сдвиговому течению между соосными цилиндрами, движущимися вдоль общей оси. В полученных точных решениях все газодинамические величины выражаются через элементарные функции одного переменного. Исследовано влияние сжимаемости на напряжение трения и профили скорости и температуры, включая их качественные различные конфигурации.

18.03-01.376 Автомодельные решения для вязкого газа, истекающего из вершины конуса. *Брутян М.А., Ибрагимов У.Г. Учен. зап. ЦАГИ.* 2018. 49, № 3, с. 16-25. Рус.

Рассмотрено осесимметричное течение вязкого газа от источника, расположенного в вершине конуса. Найдено необходимое условие существования автомодельного течения типа Джеффри—Гамеля. В случае заданной температуры стенок установлены критерии существования автомодельных решений. Проведено численное исследование и найдены критические значения определяющих параметров задачи. Для течения в тонком конусе построено асимптотическое решение.

18.03-01.377 Источники шума аэродинамического происхождения в воздушных машинах. *Баженова Л.А. Акустический журнал.* 2018. 64, № 3, с. 369-378. Рус.

Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований процесса возникновения и местоположения источников аэродинамического шума в воздушных машинах, связанных с обтеканием потоком воздуха неподвижных и движущихся элементов внутри корпуса машины. Исследования проведены на основе фундаментальных работ Лайтхилла—Керла и с помощью разработанного метода измерения пульсаций давления на вращающихся лопастях и неподвижных элементах корпуса. Выявлены наиболее значимые источники дискретных и широкополосных составляющих аэродинамического шума. Исследована роль лопаток в лопастном колесе в излучении дискретных составляющих шума. Установлено, что широкополосные максимумы в излучаемом шуме связаны с акустическими резонансами внутреннего объема корпуса воздушной машины. Показано влияние на интенсивность аэродинамических источников внутри корпуса турбулентности и скорости набегающего потока. Проведенные исследования способствовали более глубокому изучению природы возникновения источников шума аэродинамического происхождения в воздушных машинах и выработке рекомендаций по снижению шума, создаваемого этими источниками.

18.03-01.378 Детонация в трёхмерном изогнутом канале. *Мануйлович И.С. Доклады академии наук.* 2018. 479, № 1, с. 25-28. Рус.

Представлены результаты моделирования детонации в изогнутом трёхмерном канале круглого сечения постоянной ширины, продуваемом сверхзвуковым потоком стехиометрической пропано-воздушной смеси. В зоне изгиба стенка канала имеет

форму тора. Исследование проводится в рамках одностадийной кинетики горения численным методом, основанным на схеме С.К. Годунова, в оригинальном программном комплексе, разработанном для проведения многопараметрических расчётов и визуализации течений. Иницирование детонации происходит в результате формирования в канале ударно-волновых конфигураций, связанных с поворотом потока. Получены нестационарные картины течения и исследована их зависимость от параметров задачи. Получен режим течения без детонации, режим с детонационной волной, выходящей из канала через входное сечение, и режим со стационарной детонацией.

18.03-01.379 Собственные аэроакустические колебания газа вблизи двух пластин в канале. *Константинов А.П. Прикладная механика и техническая физика.* 2018. 59, № 2, с. 50-62. Рус.

В двумерной постановке исследованы собственные аэроакустические колебания газа вблизи двух тонких пластин, расположенных по схеме "тандем" в прямоугольном канале. Обнаружена бифуркация собственных частот, зависящая от расстояния между пластинами, найдены зависимости частот собственных колебаний от длины пластин и расстояния до стенок канала. Найдены поля давления и скоростей газа в исследуемой области колебаний.

См. также **18.03-01.114**, **18.03-01.348**

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

18.03-01.380 Численная реализация метода флюид-локации атмосферы. *Дубинкина Е.С., Поддубный В.А. Мат. моделир.* 2018. 30, № 2, с. 33-47. Рус.

Рассматриваются алгоритмы численной реализации метода флюид-локации атмосферы, предназначенного для восстановления средних полей концентраций атмосферных примесей на основе результатов измерений. Обсуждаются различные методы итерационного решения уравнения сохранения на множестве обратных траекторий движения лагранжевых частиц. Предлагается устойчивая численная схема, позволяющая существенно сократить время счета. В качестве примера представлены результаты решения демонстрационной задачи оценки среднего эффективного поля объемной концентрации субмикронного аэрозоля в регионе Дальнего Востока, рассчитанного по данным фотометрических измерений в г. Уссурийске.

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

См. **18.03-01.380**

Авиационная акустика

18.03-01.381 Расчет аэродинамических и акустических характеристик профиля NACA0012 с использованием зонного RANS-IDDES подхода. *Шорстов В.А., Макаров В.Е. Мат. моделир.* 2018. 30, № 5, с. 19-36. Рус.

Представлены результаты расчетов аэродинамических и акустических характеристик изолированного симметричного профиля NACA0012 с затупленной задней кромкой, обтекаемого при нулевом угле атаки дозвуковым однородным вязким потоком совершенного газа, с использованием предложенной в работе модификации конечноразностной схемы MP5. Расчеты выполнены в рамках зонного RANSIDDES подхода с базовой RANS-моделью Спаларта—Аллмараса. При этом для создания турбулентного контента на входе в IDDES область использовался генератор синтетической турбулентности с объемным источником. Рассмотрена серия модельных задач, позволившая построить параметры предложенной разностной схемы и решить ряд методических вопросов, связанных с обработкой получаемых результатов.

18.03-01.382 Нестационарный разрывный метод Галеркина высокого порядка точности для моделирования турбулентных течений. *Босняков С.М., Михайлов С.В., Подарцев В.Ю., Трошин А.И. Мат. моделир.* 2018. 30, № 5, с. 37-56. Рус.

Кратко описан разрабатываемый в ЦАГИ код, основанный на методе Галеркина с разрывными базисными функциями высокого порядка точности. Реконструкция функций осуществляется для консервативных переменных. Градиенты переменных рассчитываются с использованием метода Bassi—Rebay 2. Для интегрирования используются квадратурные правила Гаусса. Преобразование координат осуществляется при помощи серендиповых элементов. В расчетах по схемам порядка выше 2 учитывается кривизна сеточных линий. Проводится сравнение с методами конечных объемов, включая метод WENO с постоянными весами и одной квадратурной точкой на грани ячейки. Используются такие классические тесты, как дозвуковое обтекание кругового цилиндра потоком идеального газа, диагональная конвекция двумерного изэнтропического вихря и распад вихря Тейлора—Грина.

18.03-01.383 О развитии техники аэробаллистического эксперимента для исследования характеристик звукового удара. *Звегинцев В.И., Потапкин А.В. Теплофиз. и аэромех.* 2018, № 3, с. 333-342. Рус.

Рассмотрено предложение по использованию техники аэробаллистического эксперимента для проведения исследований характеристик ударных волн (звукового удара) на больших расстояниях от свободно летящей модели. Выполнен анализ основных технических решений, обеспечивающих возможность реализации предлагаемой экспериментальной установки с диапазоном скоростей полета исследуемых моделей от 1 до 2 чисел Маха. Приведен список научно-технических задач, относящихся к изучению характеристик звукового удара в средней и дальней зонах, которые могут быть экспериментально исследованы при помощи предлагаемой установки.

18.03-01.384 Разложение по динамическим модам течения на стыке крыла и фюзеляжа. *Ванг Дж.М., Ванг С.Дж., Ванг Х., Ма Й., Мирг К.Дж. Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2018, № 3, с. 112-122. Рус.

Течения на стыке тел, в частности, течения перед препятствием, помещенным на поверхности, испытывают воздействие встречного градиента давления, что приводит к трехмерному отрыву. В этой области образуется динамически богатая система подковообразных вихрей. В работе изучено взаимодействие потоков на стыке крыла и плоской пластины. Численное моделирование выполнено трехмерным методом крупных вихрей (LES) при числе Рейнольдса $Re=1.15 \times 10^5$, определенном по максимальной толщине крыла T и скорости набегающего потока U_{ref} . Сравнение с экспериментом показывает, что данное численное моделирование обеспечивает хорошую точность решений. Для нахождения когерентной динамики течения используется разложение по динамическим модам (DMD) рассчитанного поля течения. Для наглядного определения характеристик колебаний и структур подковообразных вихрей используется разложение поля скорости в плоскости симметрии и выделение двух доминирующих мод. Две эти моды воссозданы и исследованы совместно с модой среднего течения для объяснения скрытой динамики течения. Мода 1 ответственна за слияние подковообразных вихрей, а мода 2 за их деление и растяжение.

18.03-01.385 Влияние влажности воздуха на параметры потока в до- и трансзвуковых аэродинамических трубах. *Горбушин А.Р. Учен. зап. ЦАГИ.* 2018. 49, № 1, с. 3-13. Рус.

Получены поправки на влияние массовой доли водяного пара к числу Маха, скорости набегающего потока, числу Рейнольдса и скоростному напору в дозвуковых и трансзвуковых аэродинамических трубах при отсутствии конденсации пара. Выполнена оценка значимости поправок исходя из погрешности измерения полного и статического давления и требований к погрешности определения коэффициента сопротивления. Значимой оказалась лишь поправка к скорости потока, максимальное значение которой при естественном уровне влажности состав-

ляет 0.4%. Остальные вышеупомянутые поправки получились пренебрежимо малы.

18.03-01.386 Метод сравнительной оценки шумности газотурбинных силовых установок реактивных самолетов. *Дмитриев В.Г., Самогин В.Ф. Учен. зап. ЦАГИ.* 2018. 49, № 1, с. 59-68. Рус.

Излагается метод сравнительной оценки шумности газотурбинных силовых установок, основанный на использовании результатов сертификационных акустических испытаний реактивных самолетов с двигателями на пилонх под крылом. Метод позволяет для вновь создаваемого самолета выбирать из существующего парка те газотурбинные двигатели, которые в составе силовой установки обеспечивают самолету наименьшие уровни шума на местности при взлете. Рассмотрены зависимости уровней шума силовых установок самолетов от степени двухконтурности и величины взлетной тяги двигателей. Выделены три группы СУ по параметру «степень двухконтурности», в пределах каждой из которых указаны СУ с минимальными уровнями шума. Для каждой группы СУ получены аппроксимационные зависимости минимальных уровней шума от величины тяги двигателя в двухдвигательной компоновке. Определены превышения наименьших уровней шума современных СУ относительно достигнутых на сегодня минимальных значений, которые могут служить оценкой степени акустического совершенства СУ в своей группе.

18.03-01.387 Метод решения обратной задачи для комбинации крыло—фюзеляж с использованием уравнений Навье—Стокса, осредненных по Рейнольдсу. *Болсуновский А.Л., Бузоверя Н.П., Губанова И.А., Пущин Н.А., Черный К.И. Учен. зап. ЦАГИ.* 2018. 49, № 2, с. 14-27. Рус.

Разработан итерационный метод построения геометрии крыла по заданному распределению давления для комбинации крыло—фюзеляж в сжимаемом потоке вязкого газа в рамках осредненных уравнений Навье—Стокса, относящийся к классу методов остаточной коррекции. Деформация поверхности крыла, уменьшающая невязку между рассчитанным и целевым распределением давления, определяется путем решения обратной задачи для той же комбинации в потенциальном потоке сжимаемого газа с учетом влияния толщины вытеснения пограничного слоя и следа за крылом. Приведены примеры построения геометрии крыла по заданному распределению давления, демонстрирующие высокую скорость сходимости метода (3—4 итерации).

18.03-01.388 Активное подавление флаттера самолета с крылом большого удлинения. *Мамедов О.С., Парышев С.Э., Поповский В.Н., Смыслов В.И. Учен. зап. ЦАГИ.* 2018. 49, № 3, с. 68-79. Рус.

Методика расчета на флаттер транспортного самолета при использовании математической модели с ограниченным числом степеней свободы. Методика существенно упрощает синтез системы активного подавления динамической неустойчивости самолета.

18.03-01.389 Способ упрочнения легких сплавов аэротермоакустической обработкой в авиа- и ракетостроении. *Калугина М.С., Ремшев Е.Ю., Данилин Г.А., Воробьева Г.А., Тельнов А.К. Вестник Московского авиац. ин-та.* 2018. 25, № 2, <http://vestnikmai.ru/publications.php?ID=93211>. Рус.

Исследуется возможность использования аэротермоакустической обработки для повышения механических свойств литейных и деформируемых алюминиевых сплавов; выявлено влияние на формирование микроструктуры сплава. Приведены экспериментальные данные, показывающие, что использование технологии аэротермоакустической обработки обеспечивает существенное повышение прочности сплавов при сохранении или небольшом снижении пластичности. Рассмотрен метод акустической эмиссии, который используется для оценки поведения материала при режимах статического и квазистатического нагружения. Данный метод позволяет обнаружить и зарегистрировать только развивающиеся дефекты.

См. также **18.03-01.346**

Колебания тел и структур в потоке, аэроупругость

18.03-01.390 Моделирование аэродинамики движущегося тела, заданного погруженными границами на динамически адаптивной неструктурированной сетке. *Абалакин И.В., Бахвалов П.А., Доронина О.А., Жданова Н.С., Козубская Т.К. Мат. моделир.* 2018. 30, № 5, с. 57-75. Рус.

Работа посвящена разработке комплексной технологии численного моделирования на неструктурированных сетках аэродинамики движущихся тел, описываемых методом погруженных границ. Для повышения точности расчёта используется динамическая адаптация сетки. Метод сеточной адаптации построен на основе техники перераспределения узлов, реализация которой заключается в решении дополнительного дифференциального уравнения движения сетки. Данный метод позволяет сохранить топологию исходной сетки и не приводит к существенному росту вычислительной стоимости расчета. В настоящее время технология разработана для двумерных постановок и протестирована на ряде модельных задач.

18.03-01.391 Моделирование нестационарного турбулентного течения вокруг цилиндра методом погруженных границ. *Абалакин И.В., Дубень А.П., Жданова Н.С., Козубская Т.К. Мат. моделир.* 2018. 30, № 5, с. 117-133. Рус.

Представлена методика численного моделирования нестационарных турбулентных течений. Особенность методики — применение метода погруженных границ для обеспечения выполнения граничных условий на поверхности обтекаемых тел в получаемом численном решении. Она использована для численного решения задачи турбулентного обтекания трехмерного цилиндра. Полученное численное решение сопоставлено с большим числом экспериментальных и расчетных референсных данных и результатами расчета с применением согласованных с границей сеток.

18.03-01.392 Исследование деструкции капель жидкости в вихревом следе за пилоном при высоких скоростях набегающего воздушного потока. *Арефьев К.Ю., Прохоров А.Н., Савельев А.С. Теплофиз. и аэромех.* 2018, № 1, с. 57-69. Рус.

Работа посвящена определению закономерностей деструкции капель жидкости в вихревом следе за пилоном при высоких дозвуковых скоростях набегающего воздушного потока. В статье приведена схема лабораторной установки, описаны средства диагностики и изложена методика проведения эксперимента. Исследована структура нестационарного газодинамического течения за пилоном и определены основные характеристики возникающего вихревого следа. Получены экспериментальные данные по изменению диаметров капель в результате газодинамического дробления в зависимости от параметров потока и режимов инжекции жидкости. Представлены характерные распределения диаметров и скоростей капель в вихревом следе за пилоном. Определены конечные диаметры капель, получаемые в результате газодинамического дробления. Проведено сравнение экспериментальных данных по интенсивности газодинамического дробления с расчетами, выполненными в соответствии с ранее разработанными методиками. Результаты исследования могут быть использованы на этапе выбора конфигурации систем инжекции жидкости в высокоскоростной поток, а также для валидации математических моделей, используемых при расчетах параметров двухфазных течений.

18.03-01.393 Гистерезис аэродинамических характеристик и его влияние на параметры движения осесимметричных тел. *Виматов В.И., Бородачева И.А., Лавронович А.Н., Савкина Н.В. Вестн Том. гос. ун-та. Математика и механика.* 2018, № 52, с. 35-40. Рус.

Исследования направлены на решение задачи влияния гистерезиса аэродинамических характеристик на кинематические параметры движения осесимметричных тел. Показано, что наличие гистерезиса в коэффициенте момента тангажа приводит к «раскачке» амплитуды колебаний углов атаки. DOI:

10.17223/19988621/52/4.

18.03-01.394 Математическое моделирование движения сферической частицы по наклонной поверхности в сдвиговом потоке. *Матвиенко О.В., Андропова А.О., Андриасян А.В., Мамадраимова Н.А. Вестн Том. гос. ун-та. Математика и механика.* 2018, № 52, с. 75-88. Рус.

Проведено исследование движения сферической частицы по наклонной поверхности, обдуваемой сдвиговым потоком. Проанализированы различные режимы движения частицы в потоке: качение, скольжение, пробуксовка. Исследование движения по наклонной поверхности, обдуваемой воздушным потоком, показывает, что скорость центра масс частиц увеличивается с увеличением ее диаметра, при этом скорость частиц быстро достигает стационарного значения. Изменение угловой скорости характеризуется на начальном этапе резким ее возрастанием, после чего качение частицы происходит с постоянной угловой скоростью. Для малых размеров частицы ее движение на начальном участке характеризуется качением без скольжения, однако затем переходит в режим проскальзывания. DOI: 10.17223/19988621/52/8.

18.03-01.395 Основные закономерности обтекания затупленных тел гиперзвуковым потоком газа. *Андрущенко В.А., Сызранова Н.Г. Естественные и технические науки.* 2018, № 4, с. 297-299. Рус.

Представлены приближенные формулы для оценки конвективной теплопередачи к поверхности затупленного тела при гиперзвуковом обтекании.

18.03-01.396 Неклассические трансзвуковые пограничные слои. К преодолению некоторых тушковых ситуаций в аэродинамике больших скоростей. *Богданов А.Н., Диесперов В.Н., Жук В.И. Журнал вычислительной математики и математической физики.* 2018. 58, № 2, с. 270-280. Рус.

Рассмотрены аналитические модели нестационарного свободного вязко-невязкого взаимодействия газовых течений в трансзвуковом диапазоне скоростей — трансзвукового пограничного слоя с самоиндуцированным давлением (неклассического пограничного слоя). Показано, что адекватная модель течения может быть построена с использованием методов сингулярных возмущений. Дан обзор результатов сравнительного анализа исследований на классической и регуляризованной моделях устойчивости пограничного слоя с самоиндуцированным давлением при взаимодействии на трансзвуковых скоростях.

18.03-01.397 Об абсолютной неустойчивости несжимаемого пограничного слоя на податливой поверхности. *Савенков И.В. Журнал вычислительной математики и математической физики.* 2018. 58, № 2, с. 281-290. Рус.

В пределе высоких чисел Рейнольдса на основе трехпалубной теории свободного взаимодействия изучено влияние продольного натяжения и изгибной жесткости податливой пластины на устойчивость несжимаемого пограничного слоя над ней. Показано, что в некотором диапазоне параметров, характеризующих свойства пластины, могут появляться растущие волны, распространяющиеся вверх по потоку, из-за чего течение становится абсолютно неустойчивым в традиционном смысле.

18.03-01.398 Мультиоператорные компактные схемы высокого порядка в численном моделировании нестационарного дозвукового обтекания аэродинамического профиля. *Савельев А.Д. Журнал вычислительной математики и математической физики.* 2018. 58, № 2, с. 291-303. Рус.

На основе схем высокого порядка проведено численное моделирование обтекания вязким газом аэродинамического профиля NASA2212 при числе Маха набегающего потока 0.3 и в диапазоне изменения числа Рейнольдса от 10^3 до 10^7 . Рассмотрены последовательно меняющиеся режимы течения, обусловленные различным уровнем вязкости в набегающем потоке. Рассмотрены случаи образования вихревых структур на поверхности профиля и дана физическая трактовка данного явления.

18.03-01.399 Асимптотический подход в задаче потери устойчивости пограничного слоя трансзвукового

потока. **Жуж В.И.** Журнал вычислительной математики и математической физики. 2018. 58, № 3, с. 431-446. Рус.

Анализ волн Толлмина—Шлихтинга может базироваться на уравнениях Прандтля с включенным в них самоиндуцированным давлением. Данное обстоятельство послужило отправной точкой в изучении свойств дисперсионного соотношения и спектра собственных функций, среди которых имеются моды с нарастающей во времени амплитудой. Факт присутствия неустойчивых пульсационных решений асимптотических уравнений неклассического пограничного слоя (в окрестности нижней ветви нейтральной кривой) был известен для ситуаций дозвукового и трансзвукового движений. В то же время аналогичные решения для сверхзвуковых скоростей внешнего потока не содержат неустойчивых мод. Бифуркационная картина поведения дисперсионных кривых на комплексных областях дает математическое объяснение резкого изменения свойств устойчивости, имеющего место в трансзвуковом диапазоне.

18.03-01.400 Вихревая интенсификация теплообмена при ламинарном обтекании кругового и эллиптического цилиндров воздухом и маслом М-20. Исеев С.А., Жукова Ю.В., Попов И.А., Судаков А.Г. Инженерно-физический журнал. 2018. 91, № 3, с. 664-672. Рус.

Выполнен сравнительный анализ ламинарного обтекания воздухом и маслом М-20 кругового цилиндра и эллиптического цилиндра с отношением полуосей 0.3:0.5, ориентированных перпендикулярно набегающему потоку, при $Re = 60$. Дана оценка тепловой и теплогидравлической эффективности вихревой интенсификации теплообмена при умеренном нагреве цилиндров.

18.03-01.401 Влияние структуры предотрывного течения на характеристики зоны отрыва за обратным уступом. Жданов В.Л., Иванов Д.А., Смутьский Я.И., Терезов В.И. Инженерно-физический журнал. 2018. 91, № 3, с. 673-685. Рус.

Представлены результаты влияния структуры отрывного течения за ребром установленного перед кромкой обратного уступа на параметры зоны отрыва за ним. Численное исследование выполнено методом крупных вихрей в плоском воздушном канале. Скорость развитого турбулентного течения на входе в канал задавалась 25 м/с с уровнем начальной турбулентности по трем компонентам скорости 5%. Число Рейнольдса, рассчитанное по начальной скорости и высоте уступа, равнялось 15 500. Показано, что создание предотрывной зоны вызывает трансформацию двумерного течения в трехмерное перед кромкой обратного уступа с формированием неравномерной завихренности по его длине. Эта перестройка течения приводит к усилению неоднородности параметров скорости в отрывающемся слое смешения. Расширение потока за уступом усиливалось и сопровождалось локальным отрывом на верхней стенке канала. Две области отрыва обуславливали сильный рост пульсаций по всему каналу за уступом.

18.03-01.402 Исследование обтекания пластины в режиме сильного взаимодействия. Балашов А.А., Дудин Г.Н. Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2018, № 3, с. 63-70. Рус.

Исследовано обтекание пластины конечной длины потоком вязкого газа в режиме сильного взаимодействия. Приведены разложения функций течения в окрестности передней кромки, сформулированы и совместно решены краевые задачи для вязкой и невязкой областей течения. Исследовано влияние показателя адiabаты и температурного фактора на характеристики течения в этих областях и собственное число, определяющее интенсивность передачи возмущений вверх по потоку. Показано, что в неавтономном случае также возникает переходный слой на внешней границе пограничного слоя.

18.03-01.403 Численное исследование взаимодействия пары горячих нерасчетных сверхзвуковых струй с газотбойником. Бендерский Л.А., Любимов Д.А., Честных А.О. Учен. зап. ЦАГИ. 2018. 49, № 1, с. 14-26. Рус.

С помощью метода RANS/ILES высокого разрешения численно исследовано истечение пары нерасчетных горячих струй из биконических сверхзвуковых сопел, оси которых находятся на

расстоянии четырех диаметров сопла. Для повышения точности расчетов выполнен совместный расчет течения в соплах и струях из них. Расчеты проводились для свободных затопленных струй и для аэродромных струй, натекающих на газотбойник. Для свободных струй определены расстояния, при которых начинается взаимодействие слоев смешения, изменяется распределение параметров по сравнению с одиночной струей, происходит слияние струй. Исследовано воздействие пары струй на ближнее акустическое поле. Для аэродромных струй установлено влияние скорости спутного ветра и расстояния от срезов сопел до газотбойника на размеры и форму опасных для нахождения людей и техники зон по температуре, пульсациям давления и продольной скорости на поверхности аэдродрома. Представлены обобщающие зависимости для оценки влияния указанных параметров на характерные размеры опасных зон. Проведено сравнение с аналогичными данными для одиночной струи, натекающей на газотбойник. Выявлены особенности влияния скорости спутного ветра и расстояния до газотбойника на распределения давления, температуры и пульсаций этих параметров по высоте газотбойника.

18.03-01.404 Оценка производных аэродинамических сил и моментов по компонентам угловой скорости модели самолета в широком диапазоне углов атаки. Головкин М.А., Ефремов А.А., Махнёв М.С. Учен. зап. ЦАГИ. 2018. 49, № 1, с. 39-58. Рус.

Представлены простейшие оценки производных от коэффициентов аэродинамических сил и моментов по компонентам угловой скорости на основе экспериментов на установке, осуществляющей вращение модели самолета с постоянной угловой скоростью, коллинеарной вектору скорости набегающего потока аэродинамической трубы. Приведены аналитические и полуприближенные соотношения для оценки вклада отдельных элементов модели самолета во вращательные производные. Дан пример определения вращательных производных при малых скоростях потока для модели пассажирского самолета как на малых, так и на больших, закрытых углах атаки.

18.03-01.405 К асимптотической теории взаимодействия бегущего в сверхзвуковом потоке возмущения давления с пограничным слоем. Боголепов В.В., Нейланд В.Я. Учен. зап. ЦАГИ. 2018. 49, № 3, с. 1-15. Рус.

Сформулирована краевая задача нестационарной асимптотической теории взаимодействия бегущего в сверхзвуковом потоке внешнего возмущения давления с пограничным слоем. В невязком стационарном приближении получены аналитические и численные решения с учетом механизма самоиндукции. Показано, что учет самоиндукции значительно ослабляет воздействие на поток внешних возмущений и способствует смещению окрестности взаимодействия в направлении движения внешнего возмущения.

18.03-01.406 Влияние формы законцовки на обтекание крыла. Павленко О.В., Раздобарин А.М., Федоренко Г.А. Учен. зап. ЦАГИ. 2018. 49, № 3, с. 26-35. Рус.

Приведены результаты расчетных исследований особенностей обтекания и аэродинамических характеристик прямого крыла с готической законцовкой и законцовкой ЦАГИ. Расчеты проведены с помощью программы, основанной на численном решении осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье—Стокса.

18.03-01.407 Численный анализ вторичных течений вокруг осциллирующего цилиндра. Нуриев А.Н., Егоров А.Г., Зайцева О.Н. Прикладная механика и техническая физика. 2018. 59, № 3, с. 77-87. Рус.

Рассматриваются способы управления вторичными течениями, возникающими вблизи осциллирующего круглого цилиндра, посредством изменения двух управляющих параметров процесса: безразмерной амплитуды и колебательного числа Рейнольдса. Исследование проводится с использованием прямого численного моделирования. Показано, что путем варьирования указанных параметров в относительно небольшом диапазоне можно не только интенсифицировать процессы массообмена, но и менять направление основных вторичных потоков.

См. также **18.03-01.34, 18.03-01.383**

Акустика структурно неоднородных сред; Геологическая акустика

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

18.03-01.408 Моделирование экспериментов по исследованию прочностных характеристик льда разрывным методом Галёркина. *Миряжа В.А., Санников А.В., Бирюков В.А., Петров И.Б. Мат. моделир.* 2018. 30, № 2, с. 110-118. Рус.

Представлены результаты численного моделирования различных способов определения прочностных характеристик льда на одноосное сжатие и изгиб, а также приводится сравнение соответствующих численных экспериментов с рядом натурных. Численное моделирование основано на решении системы динамических уравнений механики сплошных сред для твёрдых деформируемых тел, где лёд представляется упруго-пластической средой с критериями хрупкого разрушения на растяжение и дробления. Моделирование проведено с применением разработанного авторами программного комплекса на основе разрывного метода Галёркина. Вычисления проведены с применением высокопроизводительных вычислительных кластеров с распределённой памятью. Одной из трудностей, с которой сталкиваются при численном моделировании различных физических процессов, является невозможность прямого измерения всех констант этой модели, определяющихся из натурального эксперимента, в ходе которого одновременно протекают различные физические процессы, влияющие друг на друга. На практике же мы можем измерить лишь их суммарное воздействие. Данную проблему можно решить путём сравнения результатов численного моделирования с экспериментальными данными. Авторами произведена проверка адекватности предложенной механико-математической модели льда, а также получены значения недостающих констант путём сопоставления результатов численных и натурных экспериментов.

Акустические волны в многофазных средах

См. 18.03-01.324

Теория линейных и нелинейных волн в геологических структурах

18.03-01.409 О движении грунтовых вод к несовершенной галерее при наличии испарения со свободной поверхности. *Береславский Э.Н., Дудина Л.М. Мат. моделир.* 2018. 30, № 2, с. 99-109. Рус.

Рассматривается плоская установившаяся фильтрация в безнапорном пласте к несовершенной галерее при наличии испарения со свободной поверхности грунтовых вод. Для изучения влияния испарения формулируется и с применением метода П.Я. Полубариновой-Кочиной решается смешанная многопараметрическая краевая задача теории аналитических функций. На базе предлагаемой модели разработан алгоритм расчета фильтрационных характеристик потока и приводится гидродинамический анализ зависимостей влияния всех физических параметров схемы на дебит галереи и ординату точки выхода кривой депрессии на непроницаемый экран.

18.03-01.410 Картирование свойств геологических объектов с учетом анизотропии на основе моделирования деформационного преобразования. *Плавник А.Г., Сидоров А.Н. Мат. моделир.* 2018. 30, № 3, с. 19-36. Рус.

Рассматривается постановка и приводятся примеры решения задачи картирования свойств геологических объектов с учетом анизотропии на основе моделирования деформационного преобразования изначально изотропного пространства в рамках вариационного метода геокартирования. Задача сводится к модификации вида модельных условий, представленных диф-

ференциальными уравнениями в частных производных, с использованием матрицы Якоби, соответствующей преобразованию координат для моделируемой деформации. Предложенный подход применим для решения двумерных и трехмерных задач геокартирования с учетом как однородной, так и неоднородной пространственной анизотропии свойств геологических объектов.

18.03-01.411 Численное моделирование волновых процессов в скальных массивах сеточно-характеристическим методом. *Фаворская А.В., Петров И.Б. Мат. моделир.* 2018. 30, № 3, с. 37-51. Рус.

Целью данной работы является исследование пространственных динамических волновых процессов в скальных массивах с учетом наличия ущелий и карстовых пустот. Исследуется динамика распространения сейсмических и акустических волн от различных типов источника взрыва, а также рассматриваются сейсмограммы, полученные с разных линий приема. Для проведения исследований была проведена серия численных экспериментов с использованием полноволнового моделирования распространения акустических и сейсмических волн в гетерогенных смешанных акустических и линейно-упругих средах сеточно-характеристическим методом, позволяющим математически и физически корректно описывать пространственные динамические волновые процессы и учитывать наличие граничных и контактных поверхностей, в том числе поверхностей раздела между линейно-упругими и акустическими средами. Были проведены анализ влияния типа взрыва на пространственные динамические волновые картины и на сейсмограммы в случаях горизонтальной и вертикальной линий приема, анализ влияния удаления карстовой пустоты от ущелья на пространственные динамические волновые картины и сейсмограммы в случаях горизонтальной и вертикальной линий приема. Выявлены основные типы волн, возникающие в скальных породах, ущельях и кавернах от различных типов взрыва. Определены основные закономерности, характеризующие возникающие волновые картины и их влияние на получаемые сейсмограммы.

18.03-01.412 Сеточно-характеристический метод на системах вложенных иерархических сеток и его применение для исследования сейсмических волн. *Петров И.Б., Фаворская А.В., Хожлов Н.И. Журнал вычислительной математики и математической физики.* 2017. 57, № 11, с. 1804-1811. Рус.

Целью данной работы является применение разработанного сеточно-характеристического метода на системах вложенных иерархических сеток для исследования отражений и дифракции упругих сейсмических волн, распространяющихся от гипоцентра землетрясения до поверхности Земли, в сложных гетерогенных структурах — многоэтажных домах — с целью анализа возникающих разрушений. Для проведения данного исследования используется компьютерное моделирование сеточно-характеристическим методом, позволяющим детально описывать волновые процессы в рассматриваемых гетерогенных средах, учитывать все возникающие типы волн, использовать корректные алгоритмы на границах области интегрирования и контактных границах раздела сред. Применение системы иерархических сеток дает возможность моделировать распространение сейсмических волн непосредственно от очага землетрясения до интересующих наземных сооружений — многоэтажных домов, и исследовать их сейсмостойкость.

18.03-01.413 Низкочастотное торможение фильтрационной волны в слоисто-неоднородных проницаемых пластах. *Филиппов А.И., Ахметова О.В., Ковальский А.А. Прикладная механика и техническая физика.* 2018. 59, № 3, с. 103-110. Рус.

Построены аналитические частотные зависимости коэффициента поглощения, волнового числа и фазовой скорости для фильтрационно-волновых полей в высокопроницаемом пропластке, ограниченном сверху и снизу пластами, имеющими высокую проницаемость в вертикальном направлении. Пока-

зано, что при уменьшении частоты фазовая скорость волны уменьшается до значений, меньших значений этой скорости в пористой среде, и имеет место низкочастотное торможение.

См. также 18.03-01.368

Сейсмическое зондирование геологических структур

18.03-01.414 Моделирование сейсмоакустических полей в аксиально-симметричных поглощающих средах. Разностная схема. *Плющенко В.Д., Турчанинов В.И., Никитин А.А. Мат. моделир.* 2018. 30, № 4, с. 21-42. Рус.

Представлена конечно-разностная схема для моделирования распространения сейсмоакустического поля в аксиально-симметричных поглощающих средах, возбуждаемого источником в скважинной жидкости (монополь, диполь или квадруполь) при акустическом каротаже или источником в упругой среде (концентрированная сила, диполь или центр расширения) при сейсморазведке. Предложена явная конечно-разностная схема, аппроксимирующая уравнения модифицированной модели Био, которая описывает распространение акустических волн в изотропной пористой вязкоупругой среде, насыщенной вязким флюидом.

Исследование геологических сред с использованием сейсмического шума

См. 18.03-01.414

Обратные задачи сейсмоакустики

См. 18.03-01.214

Акустика землетрясений, вулканических извержений, иных катастрофических природных явлений

18.03-01.415 Нейтроны от поверхности земли, обусловленные лунными и солнечными приливами, и сейсмоактивность Земли. *Володичев Н.Н., Сигаева Е.А. Вестник МГУ. Серия 3: Физика. Астрономия.* 2017, № 6, с. 94-98. Рус.

22 июля 1990 г. на Памире во время солнечного затмения было обнаружено резкое возрастание потока тепловых нейтронов вторичного космического излучения, идущего от Земли. В последующие годы такие явления наблюдались во время каждого новолуния и каждого полнолуния. Во время новолуний и полнолуний лунный и солнечный приливы складываются и тогда суммарный прилив бывает особенно высоким. Приливные силы вместе с тем могут являться спусковым механизмом для высвобождения глубинной сейсмической энергии в том или ином районе Земли. В связи с этим наше внимание было привлечено к поиску корреляции времени появления землетрясений и фаз новолуний и полнолуний, что может привести к возникновению нового типа предвестников возрастания сейсмоактивности. Та-

кая корреляция была найдена в Тихоокеанском сейсмическом кольце и в прилежащих к нему районах на широтах более 40°N и более 10°S. В настоящей работе изложены результаты измерения потока тепловых нейтронов от поверхности Земли в горах Западного Памира на поляне Москвина на высоте 4200 м над уровнем моря с 1 по 14 августа 1994 г. Измерения проводились в дневное время. Эти дни были спокойными с точки зрения гелиофизической, геофизической и погодной обстановок, следовательно, интенсивность нейтронов вторичного космического излучения должна была быть практически постоянной. Тем не менее с 1 по 14 августа 1994 г. мы наблюдаем изменения скорости счета нейтронов в течение дня в два и более раз. Перечисленные обстоятельства исключают возможность объяснения этих всплесков известными внесезонными факторами. В настоящей работе показано, что наблюдаемые возрастания интенсивности нейтронов вызваны лунными и солнечными приливами. Полученные результаты подтверждают роль приливных сил в образовании потоков нейтронов от земной поверхности. В работе использовался Астрономический ежегодник Российской академии наук за 1994 год.

См. также 18.03-01.207

Акустические методы поиска полезных ископаемых

18.03-01.416 Исследование геогидроакустических полей — физическая основа мониторинга локальных неоднородностей и запасов углеводородов в Арктике. *Собисевич А.Л., Преснов Д.А., Собисевич Л.Е., Шуруп А.С. Известия РАН. Серия физическая.* 2018. 82, № 1, с. 565-571. Рус.

Изложен метод дистанционного зондирования неоднородных образований в покрытых льдом северных морях. Показано теоретически и подтверждено экспериментально, что локализация неоднородностей в системе «литосфера—гидросфера—ледовый покров» может основываться на анализе модовой структуры геогидроакустических полей. Полученные результаты могут стать физической основой инновационных технологий пассивного круглогодичного мониторинга локальных неоднородностей в Арктике.

Акустическое и вибрационное воздействие на нефте- и газоносные структуры

18.03-01.417 Перспектива внедрения технологии звукового энергетического воздействия для интенсификации нефтедобычи. *Александров В.А., Назарова В.А., Новопольцев В.С. Гидроакустика.* 2016, № 28, с. 54-59. Рус.

Рассмотрены перспективы развития технологии звукового энергетического воздействия (ЗЭВ) на основе внедрения научно-технического потенциала прикладной гидроакустики, начиная от применения для очистки призабойной зоны добывающих скважин к стационарному использованию с насосно-компрессорным оборудованием в процессе добычи трудноизвлекаемых нефтей.

Акустическая экология; Шумы и вибрации

Шумы и вибрации в воздушной среде

18.03-01.418 Источники высокоинтенсивного шума и инфразвука в Вооруженных силах Российской Федерации (Часть первая). *Балык О.А., Шешегов П.Н., Харитонов В.В., Ахметзянов И.М., Зинкин В.Н. Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму.* 2018, № 3-4, с. 139-147. Рус.

18.03-01.419 Шум как косвенный критерий оценки критической скорости автомобильной шины при гид-

ропланировании. *Карпенко В.А., Масляев К.В. Автомобильный транспорт.* 2017, № 41, с. 7-10. Рус.

Рассмотрен альтернативный метод определения критической скорости качения автомобильных шин с различными рисунками протектора при гидропланировании. Данный метод основан на регистрации шумоизлучения шины при движении по мокрому дорожному покрытию.

18.03-01.420 Интегральная модель шума винтомоторной силовой установки. *Мошков П.А., Саломхин В.Ф. Инженерно-физический журнал.* 2018. 91, № 2,

с. 353-360. Рус.

Предложена полуэмпирическая модель для оценки уровней шума, создаваемых авиационными поршневыми силовыми установками в дальнем звуковом поле, учитывающая основные источники шума. Акустическое поле рассматривается как суперпозиция полей, формируемых излучениями от воздушного винта и поршневого двигателя. Для расчетной оценки уровней тонального шума воздушного винта предлагается использовать полуэмпирический метод, разработанный авторами ранее. Для определения уровней вихревого шума винта, предположительно являющегося доминирующим в широкополосном шуме тянущих воздушных винтов, предлагается использовать одну из аналитических моделей шума задней кромки. Для расчета акустических характеристик поршневого двигателя предлагается применять эмпирическую модель шума. Показано хорошее согласование расчетных и экспериментальных данных по шуму силовых установок с тянущими воздушными винтами. Данные были получены при проведении акустических испытаний легкомоторных самолетов типа Ан-2, Як-18Т, МАИ-223М и F30 в статических условиях на авиа базе Московского авиационного института. Сформулированы направления дальнейших исследований для совершенствования данной методики и расширения области ее применения.

18.03-01.421 Обработка сейсмических сигналов для оценки траектории движущегося транспортного средства. *Морозов Ю.В., Райфельд М.А., Спектор А.А. Автоматрица.* 2018. 54, № 3, с. 32-38. Рус.

Рассмотрено применение энергетических параметров сигналов для оценки движения объектов с непрерывным воздействием на грунт в системах пассивной сейсмической локации. Предложены статистики для измеренных значений мощностей сигналов с учётом энергетических свойств среды. Проанализировано влияние перемещения объекта на отношение мощностей сигналов на различных датчиках. Приведены результаты проверки алгоритма оценки параметров траектории прямолинейного движения автомобиля.

Подводные шумы и вибрации

18.03-01.422 Натурные исследования сверхмедленных флуктуаций шумового сигнала надводного корабля. *Волкова А.А., Консон А.Д. Гидроакустика.* 2017, № 30, с. 52-59. Рус.

Представлены натурные исследования сверхмедленных (в диапазоне до 0.05 Гц) флуктуаций шумового сигнала надводного корабля в акваториях Баренцева, Белого и Норвежского морей. Показано, что такие флуктуации имеют место, как правило, или в верхней или в нижней части диапазона частот сигнала. Высказаны гипотезы о природе указанных флуктуаций.

См. также **18.03-01.193**, **18.03-01.325**, **18.03-01.326**

Шумы и вибрации под землей

См. **18.03-01.421**

Биологические эффекты шумов и вибраций

18.03-01.423 Профилактика неблагоприятного действия шума на здоровье военнослужащих (Часть вторая). *Балык О.А., Шешегов П.Н., Харитонов В.В., Азметзянов И.М., Зинкин В.Н. Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму.* 2018, № 5-6, с. 141-150. Рус.

Структурная акустика и вибрации

18.03-01.424 О природе субгармонических составляющих в спектре акустического сигнала двигателей внутреннего сгорания. *Бубнов Е.Я., Гуцин В.В. Вестник Астраханского гос. технического ун-та. Сер.: Морская техника и технология.* 2009, № 2, с. 152-154. Рус.

Сделано предположение о механизмах появления субгармо-

ник в спектре акустического излучения двигателей внутреннего сгорания. Основным механизмом, по мнению авторов, является взаимное влияние акустических полей, создаваемых выхлопами отдельных цилиндров и осуществляемых через ближние поля, а также сложное пространственное перераспределение давления в коллекторе. Эти факторы приводят к неидентичности отдельных выхлопных импульсов как по амплитуде, так и по длительности. Математическое моделирование показало, как один из этих факторов влияет на появление субгармоник и их количественные соотношения.

18.03-01.425 К исследованию поперечных колебаний валопроводов судов. *Денисова Л.М., Миронов А.И., Халявкин А.А. Вестник Астраханского гос. технического ун-та. Сер.: Морская техника и технология.* 2010, № 1, с. 95-99. Рус.

Рассматриваются собственные частоты поперечных колебаний гребного вала. Дейдвудный подшипник моделируется упругим основанием. Проведен анализ влияния длины и жесткости носового подшипника на собственную частоту.

18.03-01.426 О возможности возникновения параметрических колебаний в системе валопровода. *Миронов А.И., Халявкин А.А. Вестник Астраханского гос. технического ун-та. Сер.: Морская техника и технология.* 2010, № 1, с. 131-135. Рус.

Рассматриваются поперечные колебания гребного вала. Установлено, что возможны параметрические колебания гребного вала. Отмечается: традиционная расчетная схема валопровода нуждается в совершенствовании независимо от того, возникают в системе валопровода параметрические колебания или не возникают, с целью включения в нее реальной длины дейдвудных подшипников.

18.03-01.427 Расчет поперечных колебаний валопроводов судов с учетом длины и жесткости дейдвудных подшипников. *Мамонтов В.А., Рубан А.Р., Куличкин Н.В., Халявкин А.А. Вестник Астраханского гос. технического ун-та. Сер.: Морская техника и технология.* 2010, № 2, с. 30-33. Рус.

Методом численного анализа рассчитано акустическое поле излучения фокусирующих акустических преобразователей на основе круглых пьезопластин в виде сегментов поверхностей сферы, параболоида, гипербоида и эллипсоида вращения. Показано, что наиболее эффективным концентратором акустической энергии в фокусе является пьезопластина в виде параболоида вращения. Акустические поля пьезопреобразователей на основе параболоидных и сферических пьезопластин имеют схожие закономерности, заметно отличающиеся от закономерностей акустических полей, формируемых пьезопластинами в виде эллипсоида и гипербоида вращений, которые излучают почти идентичные акустические поля.

18.03-01.428 Сравнительный анализ собственных частот различных участков гребного вала судов. *Денисова Л.М., Миронов А.И. Вестник Астраханского гос. технического ун-та. Сер.: Морская техника и технология.* 2011, № 2, с. 28-31. Рус.

На примере валопроводов конкретных судов рассмотрены собственные частоты участков гребного вала. Установлено, что наименьшую собственную частоту имеет консоль гребного вала с расположенным на ней гребным винтом.

18.03-01.429 Поперечные колебания гребного вала при его одностороннем взаимодействии с дейдвудным подшипником. *Миронов А.И. Вестник Астраханского гос. технического ун-та. Сер.: Морская техника и технология.* 2012, № 2, с. 26-34. Рус.

Исследуются вынужденные поперечные колебания вала, опирающегося на длинные подшипники, вызываемые переменным моментом. Подшипники моделируются упругим основанием постоянной жесткости. Учитывается возможный отрыв вала от подшипника в процессе колебаний и износ подшипника.

18.03-01.430 Влияние коэффициента жесткости капролона на частоту собственных колебаний валопроводов судов. *Халявкин А.А., Мамонтов В.А., Комаров М.П. Вестник Астраханского гос. технического ун-та.*

Сер.: Морская техника и технология. 2012, № 2, с. 45-50. Рус.

Рассматриваются собственные частоты поперечных колебаний гребного вала. Дейдвудный подшипник моделируется упругим основанием. Проведен анализ влияния коэффициента жесткости кормового дейдвудного подшипника на собственную частоту гребного вала.

18.03-01.431 К исследованию поперечных колебаний гребных валов. Часть 1. *Миронов А.И. Вестник Астраханского гос. техническ. ун-та. Сер.: Морская техника и технология.* 2013, № 2, с. 125-130. Рус.

Исследуются поперечные вынужденные колебания гребного вала. Кормовой участок гребного вала моделируется стержнем, опирающимся на недеформируемые опоры. Учитывается сила инерции винта. Полученное решение позволяет исследовать как собственную частоту гребного вала, так и перемещения сечений вала в процессе колебаний. Решение имеет и самостоятельное значение, т. к. описывает процесс колебаний двухопорной балки с консолью, несущей сосредоточенную массу на свободном конце консоли.

18.03-01.432 К исследованию поперечных колебаний гребных валов. Часть 2. влияние упругой податливости подшипников на процесс колебаний вала. *Миронов А.И. Вестник Астраханского гос. техническ. ун-та. Сер.: Морская техника и технология.* 2014, № 1, с. 77-82. Рус.

Исследуются поперечные вынужденные колебания гребного вала. Кормовой участок гребного вала моделируется стержнем, опирающимся на упруго деформирующуюся опору. Учитывается сила инерции винта. Полученное решение позволяет исследовать как собственную частоту гребного вала, так и форму колебаний. Установлено, что податливость кормового дейдвудного подшипника существенно влияет на собственную частоту гребного вала. Особенно опасен отрыв вала от подшипника.

18.03-01.433 Влияние колебаний вала на параметры "центровки" валопровода. *Миронов А.И., Пономарёва Е.В. Вестник Астраханского гос. техническ. ун-та. Сер.: Морская техника и технология.* 2014, № 2, с. 86-94. Рус.

Исследуются поперечные вынужденные колебания гребного вала под действием переменного гидродинамического момента. Учитывается сила инерции винта. Выдвинут тезис, что отсутствие резонанса в системе валопровода является необходимым, но недостаточным условием для его устойчивой работы. На примере расчета вынужденных колебаний валопровода реального судна установлено, что в отсутствие резонанса колебания вала могут существенно повлиять на параметры статической работоспособности валопровода. Влияние поперечных колебаний на взаимодействие вала с подшипниками может быть весьма существенным. Определения параметров «центровки» валопровода только по статическим нагрузкам недостаточно. Влияние поперечных колебаний гребного вала на параметры «центровки» может привести к конструктивным изменениям дейдвудного устройства, например устранению носового дейдвудного подшипника и др.

18.03-01.434 К исследованию поперечных колебаний гребных валов. часть 3. влияние момента инерции винта на собственную частоту и форму колебаний гребного вала. *Миронов А.И. Вестник Астраханского гос. техническ. ун-та. Сер.: Морская техника и технология.* 2014, № 3, с. 21-27. Рус.

Исследуется влияние момента инерции гребного винта на собственную частоту и форму поперечных колебаний валопроводов судов под действием переменной составляющей гидродинамического момента. Как правило, при исследовании колебаний систем, имеющих сосредоточенные грузы, учитывается только их масса, а момент инерции массы грузов не учитывается, т. е. масса грузов принимается точечной. Однако при больших размерах грузов их момент инерции может существенно повлиять на величину инерционных нагрузок, возникающих в колеблющейся системе, и, соответственно, на ее собственную частоту. Рассматривается кормовой участок гребного вала как имеющий наименьшую собственную частоту, включающий консоль с гребным винтом и дейдвудный пролет. Участок гребного вала моделируется балкой постоянного сечения, опирающей-

ся на упругую опору одностороннего действия жесткостью C . Так как в процессе колебаний возможен отрыв балки от опоры, крайняя опора принята защемляющей. В решении учитывается масса вала, а также масса и момент инерции массы гребного винта. Решение задачи получено с использованием метода Фурье и метода начальных параметров Коши и позволяет учитывать массу и момент инерции массы гребного винта, присоединенную массу воды, податливость кормового дейдвудного подшипника. При заданных параметрах гребного вала полученное решение позволяет определить собственную частоту колебаний вала, при заданной скорости вращения вала— форму колебаний и динамическое нагружение вала. Выполнен численный эксперимент для валопровода конкретного рыбодобывающего судна, который показал, что совместное влияние податливости дейдвудного подшипника и момента инерции гребного винта может превышать 20%.

18.03-01.435 Учет глубины акватории в районе швартовки танкера при моделировании волнового воздействия. *Рамазанов М.А., Юдин Ю.И., Гроховский В.А. Вестник Астраханского гос. техническ. ун-та. Сер.: Морская техника и технология.* 2016, № 2, с. 53-58. Рус.

Представлен способ учета влияния мелководья при моделировании волнового воздействия в районе выполнения швартовочной операции. Исследование выполнено посредством моделирования движения танкера, управляемого по отклонениям. Морские нефтяные терминалы, как правило, размещаются в районах с относительно небольшой глубиной, поэтому фактор влияния глубины акватории необходимо учитывать как существенный, определяющий характер волнового воздействия на крупнотоннажные танкеры. В условиях мелководья может существенно изменяться спектр волнения и, как следствие, характер силовых воздействий, определяемых им, что неизбежно влечет за собой изменение маневренных свойств швартовующегося к нефтяному терминалу танкера. Для учета влияния глубины акватории в районе выполнения швартовочной операции был использован спектр TMA (TEXEL storm, MARSEN, ARSLOE), который принимает во внимание одновременно и развитие ветровых волн в условиях конечной глубины, и смешанный характер волнения. Основным назначением представленных здесь спектров является не вычисление средних значений и дисперсий силовых воздействий, а генерация воздействия сил и моментов, образующих нерегулярным волнением при программном моделировании движения танкера.

18.03-01.436 Разработка конструктивных решений, направленных на предотвращение захвата волной носовой оконечности судна. *Бураковский П.Е. Вестник Астраханского гос. техническ. ун-та. Сер.: Морская техника и технология.* 2017, № 2, с. 7-14. Рус.

Одной из наиболее опасных ситуаций при эксплуатации морских судов является захват волной носовой оконечности на встречном волнении. При этом возникают значительные гидродинамические усилия, под действием которых происходит потеря остойчивости либо разрушение корпуса судна. Предлагаются конструктивные решения, позволяющие повысить безопасность судов и их экипажей путем снижения вероятности захвата волной носовой оконечности судна на встречном волнении. Разработана конструкция успокоителя качки судна в виде шарнирно закрепленных на корпусе крыльев-стабилизаторов, которые отклоняются от корпуса при погружении носовой оконечности в воду и прижимаются к нему при всплытии. Представлена новая конструкция фальшборта с поворотными секциями, имеющими возможность вращения в направлении от палубы к борту. Данные конструктивные решения позволяют уменьшить зарывание судна носом в волну и снизить гидродинамические воздействия на носовую оконечность. Кроме того, предложена конструкция корпуса судна с отделяющейся носовой оконечностью для предотвращения опрокидывания судна. При достижении гидродинамической силой некоторого критического значения в предлагаемой конструкции произойдет разрушение неразъемного соединения, в результате чего кормовая непроницаемая часть и носовая непроницаемая часть разъединятся и останутся на плаву, что даст возможность команде провести эвакуацию. Предложенные конструктивные решения позволяют повысить безопасность мореплавания в штормовых услови-

ях.

18.03-01.437 Расчет параметрических колебаний валопроводов судов с учетом изменения жесткости кормового дейдвудного подшипника. *Халаявкин А.А., Мамонтов В.А., Мизгунов А.А. Вестник Астраханского гос. технического ун-та. Сер.: Морская техника и технология.* 2017, № 4, с. 108-114. Рус.

Исследуются параметрические колебания судового валопровода, которые возникают из-за гармонического изменения по времени жесткости гребного вала и кормового дейдвудного подшипника. На расчетной схеме гребного вала представлена балка постоянного по длине сечения, которая опирается на одну шарнирно-неподвижную и упругую опору, моделирующую кормовой дейдвудный подшипник. На конце балки имеется диск, моделирующий гребной винт. Параметрические колебания возникают в процессе действия внешних нагрузок и в результате увеличения износа кормового дейдвудного подшипника. В исследовании параметрических колебаний судового валопровода рассматриваются уравнение Матвея и диаграмма Айнса—Стретта. Определяется динамическая устойчивость судового валопровода при определенном зазоре между гребным валом и кормовым дейдвудным подшипником.

18.03-01.438 Оценка уровней вибрации дейдвудных устройств с масляной системой смазки. *Родыгин В.В., Николаев Н.И., Гриценко М.В. Вестник Астраханского гос. технического ун-та. Сер.: Морская техника и технология.* 2018, № 1, с. 74-80. Рус.

Периодические изменения крутящего момента, передаваемые на валопровод двигателем, и неравномерность гидродинамического сопротивления гребного винта сопровождаются вибрацией дейдвудного устройства. Повышенный зазор при неплотной посадке дейдвудного подшипника вызывает возбуждение колебаний гребного вала. При увеличении зазора в дейдвудном подшипнике нарушается работа масляного клина, увеличивается коэффициент трения, что сопровождается повреждением опор скольжения и выходом из строя всего подшипника. Вибрация может приводить к появлению трещин в наборе корпуса судна и фундаментах опорных подшипников, разрушению подшипников дейдвуда и гребного вала. При систематическом измерении вибрации полученный частотный анализ позволяет определить характер неисправности и причины ее возникновения, что существенно повышает надежность дейдвудного устройства и предупреждает развитие дефекта. Измерение вибрации судовых механизмов и оборудования подробно описано в Правилах Российского морского регистра судоходства и активно применяется для контроля технического состояния в эксплуатации. Полученные результаты измерений сопоставляются с регламентируемыми в Правилах уровнями (категориями). Система контроля состояния судового валопровода, одобренная классификационными обществами, также рекомендует производить измерения вибрации дейдвудных подшипников в процессе эксплуатации для модифицированного (без выемки вала) освидетельствования дейдвудного устройства, что существенно оптимизирует расходы. К сожалению, в существующих Правилах и требованиях отсутствуют конкретные нормы вибрации дейдвудных устройств, учитывающие их конструктивные особенности, что не позволяет оценить состояние механизма. На основании многократных измерений вибрации дейдвудных устройств исследуемых судов проектов 2608 и 1907 и сопоставления полученных результатов с существующими стандартами осуществлен сбор данных для дальнейшей оценки их уровней и категорий состояния.

18.03-01.439 Исследование остойчивости судна в условиях захвата волной носовой оконечности. *Бураковский П.Е. Вестник Астраханского гос. технического ун-та. Сер.: Морская техника и технология.* 2018, № 2, с. 7-13. Рус.

Среди всех видов аварий судов мирового флота потеря остойчивости судна выделяется тяжестью своих последствий, поскольку нередко приводит к гибели экипажа. Одной из причин потери судами остойчивости является захват волной носовой оконечности судна во время шторма на встречном волнении. Исследуется степень опасности гидродинамических нагрузок,

воздействующих на палубу судна в носовой оконечности в условиях её захвата волной. Проведено теоретическое исследование трансформации диаграммы статической остойчивости судна в процессе захвата волной носовой оконечности. В ходе исследования было выявлено, что характер изменения кривых восстанавливающего момента при росте гидродинамической нагрузки, действующей на носовую оконечность, зависит от водоизмещения судна. Исследовано влияние начальной поперечной метацентрической высоты на величину критической нагрузки, действующей на палубу судна в носовой оконечности и приводящей к его опрокидыванию. Показано, что смещение точки приложения равнодействующей гидродинамических сил от диаметральной плоскости судна приводит к существенному уменьшению критической нагрузки. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что при проектировании и эксплуатации судов, а также при нормировании их остойчивости, необходимо учитывать особенности поведения судна на развитом встречном волнении.

18.03-01.440 Оптимизация незакапотированных лопаток винтовентилятора на основе 3D-обратной задачи с целью уменьшения его тонального шума. *Милешин В.И., Россиягин А.А., Панков С.В., Щипин С.К. Вестник Самарского ун-та. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение.* 2018, 17, № 1, с. 87-99. Рус.

Представлены результаты газодинамической и аэроакустической оптимизации формы лопатки незакапотированного биротативного винтовентилятора с использованием 3D-обратной задачи. На основе нестационарных 3D уравнений Навье—Стокса выявлено, что одним из основных источников тонального шума является взаимодействие концевых вихрей первого ротора со вторым и потенциальное взаимодействие роторов. С использованием метода 3D-обратной задачи аэродинамическая нагрузка была перераспределена по высоте лопаток первого и второго роторов таким образом, чтобы уменьшить интенсивность концевых вихрей и потенциальное взаимодействие роторов при возможном увеличении тяги винтовентилятора. Для проверки акустических характеристик модифицированного винтовентилятора проведено моделирование тонального шума исходного и модифицированного винтовентиляторов с использованием аэроакустического программного комплекса ЦИАМ 3DAS. Получено ближе к реальному поле и диаграммы направленности в дальнем поле. Тональный шум вентилятора был снижен на 4 дБ для режимов взлёта и посадки без потерь тяги и коэффициента полезного действия.

18.03-01.441 Автоколебания при торможении твердого тела в сопротивляющейся среде. *Шамолин М.В. Сибирский журнал индустриальной математики.* 2017, 20, № 4, с. 90-104. Рус.

Проводится качественный анализ плоскопараллельной и пространственной задач о движении твердых тел в сопротивляющейся среде. Построена нелинейная модель воздействия среды на твердое тело, учитывающая зависимость плеча силы от приведенной угловой скорости тела, при этом сам момент данной силы является также функцией угла атаки. Как показала обработка эксперимента о движении в воде однородных круговых цилиндров, данные обстоятельства необходимо учитывать при моделировании. При изучении плоской и пространственной моделей взаимодействия твердого тела со средой найдены достаточные условия устойчивости ключевого режима движения — прямолинейного поступательного торможения. Показано, что при некоторых условиях возможно присутствие в системе либо устойчивого, либо неустойчивого автоколебательных режимов.

18.03-01.442 Особенности акустического расчёта систем вентиляции. *Кобзарь Д.Д., Вельбель А.М., Олейников А.Ю. Noise Theory and Practice (Электронный ресурс).* 2018, 4, № 1, с. 41-45. Рус.

Рассмотрены проблемы, возникающие при акустическом расчёте и проектировании вентиляционных установок. В данный момент отсутствуют надежные методики расчёта генерации шума на отдельных элементах, проектируемой вентиляционной системы (повороты под прямым углом, клапаны, резкое изменение сечения воздухопровода, разветвления и т.д.) Учёт генерации шума, на этих элементах, позволит определить перечень необ-

ходимых мероприятий для соответствия нормам. Экспериментально определена генерация шума при резком изменении сечения воздуховода. Предложены рекомендации, позволяющие избежать дополнительной генерации шума.

18.03-01.443 Гиперболическая квазигазодинамическая система. *Четверушкин В.Н. Мат. моделир.* 2018. 30, № 2, с. 81-98. Рус.

Рассматривается гиперболический вариант квазигазодинамической системы. Его характерной особенностью является наличие вторых производных от газодинамических переменных по времени с малым параметром. Рассматривается её применение при численном моделировании, опирающееся на использование вычислительных систем сверхвысокой производительности. Обсуждаются вопросы, связанные с теоретическим обоснованием этой системы.

18.03-01.444 Моделирование системы регенерации воздуха в изолированном помещении. *Балабанов П.В., Кривштейн А.А., Мищенко С.В., Савенков А.П. Мат. моделир.* 2018. 30, № 3, с. 52-66. Рус.

Получена математическая модель системы жизнеобеспечения, предназначенной для поддержания заданных концентраций диоксида углерода и кислорода в изолированном объеме. В основе работы системы лежат реакции поглощения диоксида углерода и выделения кислорода хемосорбентами на основе надпероксидов щелочных металлов. Предлагаемый алгоритм работы системы обеспечивает наименьшие колебания концентраций контролируемых газовых компонентов. Модель применена для выбора периода смены регенерирующих реакторов и исследования надёжности работы системы. Проверена возможность применения аналитических решений систем дифференциальных уравнений массообмена в регенерирующем и поглощающем реакторах.

18.03-01.445 Снижение шума стационарных источников в жилой застройке технологическими шумозащитными экранами. *Иванов Н.И., Светлов В.В., Шашиурин А.Е. Безопасность жизнедеятельности.* 2018, № 6, с. 16-22. Рус.

Показано, что стационарные источники шума (дизель-электростанции, вентиляционные установки, компрессорное оборудование, градирни и пр.) являются заметными источниками шума в жилой застройке, шум от которых может превышать нормы на расстояниях до 200—300 м. Для снижения шума от этих установок применяют П-образные (в плане) экраны. Предложен новый метод расчета экранов, базирующийся на статистической теории акустики. В полученной формуле учтены акустические свойства экрана и опорной поверхности, расположение расчетной точки, эффективная высота экрана. Расчет показал удовлетворительное совпадение с данными эксперимента. Показано, что на эффективность экрана влияет высота точки измерений (разница 3—4 дБА), наличие боковых отгонов (при их отсутствии эффективность снижается на 3 дБА), звукопоглощающие свойства объема. Основным фактор, определяющий эффективность, — эффективная высота, заметный рост эффективности (до 3—6 дБ по спектру) при удвоении высоты экрана.

18.03-01.446 Аэродинамическое сопротивление шаровой барабанной мельницы при транспорте полидисперсной угольной газозвеси. *Иванов С.Д., Кудряшов А.Н., Ощепков В.В. Инженерно-физический журнал.* 2018. 91, № 2, с. 371-376. Рус.

Проведен анализ экспериментальных данных по аэродинамическому сопротивлению шаровой барабанной мельницы. Показано, что это сопротивление имеет две составляющие, обусловленные потерями давления на инжекцию частиц пыли в основной поток после размола угля и на транспорт гомогенного потока газозвеси. Получено критериальное уравнение для зависимости потери давления в потоке гомогенной пылевоздушной смеси от числа Рейнольдса. Найдены функциональные зависимости среднеквадратичной скорости витания угольных частиц и их среднего диаметра от параметров полидисперсности угольной пыли. Получена эмпирическая зависимость потери давления на инжекцию полидисперсной угольной газозвеси в основной поток от средней скорости витания частиц угля, их среднего размера и размеров мельницы.

18.03-01.447 Гидравлическое сопротивление труб со вставками в виде оребренных скрученных лент при течении воды. *Гиниятуллин А.А., Тарасевич С.Э., Яковлев А.Б. Инженерно-физический журнал.* 2018. 91, № 2, с. 387-392. Рус.

Представлены результаты экспериментального исследования гидравлического сопротивления труб со вставленными скрученными лентами, на поверхности которых дискретно размещены ребра под углом к оси ленты, при течении в них воды. Ленточные вставки имели относительные шаги закрутки 2.5 и 4 при повороте ленты на 180°. Высота ребер варьировалась от 0.5 до 1.5 мм, а шаг их установки — от 40 до 120 мм. Угол установки ребер по отношению к оси ленты составлял 40—50°. Получены обобщающие зависимости для расчета коэффициента гидравлического сопротивления указанных труб при $Re = 8000—100\ 000$.

18.03-01.448 Асимптотика собственных колебаний сочленений упругих стержней с подвижными фрагментами. *Назаров С.А., Слуцкий А.С. Прикл. мат. и мех.* 2018. 82, № 3, с. 332-347. Рус.

Разработана одномерная модель гармонических во времени колебаний сочленения нескольких тонких упругих стержней. В отличие от классической модели одиночного стержня построена модель сочленения не является чисто дифференциальной, но включает новые алгебраические неизвестные и алгебраические уравнения, которые порождены так называемыми подвижными фрагментами конструкции. Найдены асимптотические представления частот и мод собственных колебаний упругого тела и получены оценки асимптотических остатков.

18.03-01.449 Новые технические решения при конструировании герметичных приборных корпусов радиоэлектронной аппаратуры, размещаемой в прочной капсуле главной гидроакустической антенны подводной лодки. *Соколов В.Е., Сухарев А.В. Гидроакустика.* 2017, № 32, с. 65-67. Рус.

Статья посвящена вопросам разработки специальных герметичных приборов аппаратуры прочной капсулы подводной лодки, позволяющим перейти к унификации массогабаритных характеристик модулей 1 уровня, применяемых в приборном прочного корпуса гидроакустических комплексов ПЛ. Предложено в качестве типового элемента замены из состава ЗИП использовать не гермоблоки с установленными печатными платами, а модули 1 уровня.

18.03-01.450 Об оценке сейсмостойкости элементов современных композитных нефтепроводов. *Бежелемцева К.А., Васюков А.В., Голубев В.И., Журавлёв Ю.И. Доклады академии наук.* 2018. 479, № 1, с. 14-17. Рус.

Рассматривается задача численного моделирования процесса инициации сейсмической активности на шельфе и её разрушающего воздействия на нефтепроводы, проложенные по морскому дну. Для описания динамического поведения среды используются определяющие системы уравнений теории упругости и акустики с явным выделением всех слоёв. Композитный материал трубопровода описывается в рамках ортотропной анизотропной модели. Предложен алгоритм, позволяющий для заданного уровня сейсмической активности и прочностных характеристик композита оценить объём разрушений нефтепровода. Отличительной особенностью разработанного подхода является разбиение задачи на два этапа: полноволновой расчёт распространения сейсмических волн от очага землетрясения к дневной поверхности и расчёт элемента композитного трубопровода как объекта сложной формы из анизотропного материала. Для численного расчёта используется сеточно-характеристический метод на гексаэдральных и тетраэдральных расчётных сетках.

18.03-01.451 Исследование частот собственных колебаний несущих конструкций 16-тонного колокола звонницы Свято-Воскресенской церкви г. Томска. *Копаница Д.Г., Пляскин А.С., Устинов А.М., Данильсон А.И. Вестник Томского гос. архитектурно-строительного ун-та.* 2018. 20, № 3, с. 112-119. Рус.

Исследование динамических параметров имеет большое значение для понимания и оценки работы конструкции и ее эксплуатационных характеристик. Анализ амплитудно-частотных характеристик, полученных по результатам натуральных исследований, дает представление о реакции конструкции под влиянием внешних воздействий. Сравнение результатов измерений с проектными показателями дает представление о физическом состоянии конструкции и возможность прогнозировать поведение конструкции при изменяющихся внешних воздействиях. Целью работы являлось определение причин возникновения вибрации в строительных конструкциях звонницы и оценка технического состояния звонницы Свято-Воскресенской церкви. Значения динамических параметров получены путем натуральных измерений с применением лазерного виброметра RSV-150 и обработки результатов с использованием программного обеспечения VibSoft-20. По результатам исследований получены динамические параметры конструкций звонницы в виде спектров частот собственных колебаний. Анализ динамических параметров показал, что конструкции звонницы выполнены с дефектами, приводящими к возникновению вибрационных воздействий. Анализ полученных результатов показал, что причиной возникновения вибрации в конструкциях звонницы является недостаточная изгибная жесткость несущей металлической балки колокола, а также жесткая заделка концов балки в кирпичную кладку столбом звонницы. Полученные результаты могут быть применены при настройке подвесных систем тяжелых колоколов, а также обследовании технического состояния строительных конструкций на основе анализа динамических параметров.

См. также 18.03-01.49, 18.03-01.50, 18.03-01.164, 18.03-01.313, 18.03-01.345, 18.03-01.386

Поглотители слабых и интенсивных акустических волн

18.03-01.452 Снижение вибрации стен технологического помещения. *Дроздова Л.Ф., Кирпичников В.Ю., Кудяев А.В., Куклин Д.А. Noise Theory and Practice (Электронный ресурс)*. 2018. 4, № 1, с. 35-40. Рус.

Рассмотрена проблема снижения шума и вибрации в жилых, общественных и производственных помещениях от близко расположенного технического и технологического оборудования. Проведена оценка основных источников и возникновения вибрации. Разработан комплекс мероприятий по снижению вибрации стен компрессорного помещения.

18.03-01.453 Теоретическая модель и экспериментальное исследование эффективного звукопоглотителя резонансного типа для средних частот. *Томилина Т.М., Бахтин В.Н., Афанасьев К.М., Бобровицкий Ю.И. Известия РАН. Серия физическая*. 2018. 82, № 1, с. 613-615. Рус.

Рассматривается модель эффективного звукопоглотителя с внутренней структурой, состоящей из нескольких компактных резонаторов с разными параметрами. Для получения максимальной эффективности используется метод согласования импедансных характеристик звукопоглотителя и акустической среды. Приводятся экспериментальные результаты определения максимального коэффициента звукопоглощения в диапазоне частот 100–1000 Гц для тестовых образцов, изготовленных по технологии 3D-печати.

18.03-01.454 Оптимальный поглотитель колебательной энергии. *Бобровицкий Ю.И., Морозов К.Д., Томилина Т.М. Доклады академии наук*. 2018. 479, № 5, с. 509-513. Рус.

Выведены аналитические выражения для импедансных характеристик, которыми должен обладать оптимальный поглотитель. Приведены результаты лабораторного эксперимента, в котором построен и исследован простейший оптимальный поглотитель и подтверждена справедливость полученных аналитических соотношений.

См. также 18.03-01.445

Шумоизоляция

18.03-01.455 Математические модели функциональных характеристик мер, направленных на выявление угроз утечки информации по виброакустическим каналам на предприятиях авиакосмической промышленности. *Скрыль С.В., Филева С.А., Крылов В.О., Зеленцов В.В., Гуляев О.А. Авиакосмическое приборостроение*. 2018, № 4, с. 18-35. Рус.

Формулируются основные направления использования методологического аппарата функционального моделирования как инструмента анализа угроз перехвата информативных сигналов виброакустических полей на объектах авиакосмической промышленности (АКП). Приводится набор признаков распознавания такого рода угроз как результат реализации первого из направлений. В рамках второго из направлений рассматривается система математических моделей для оценки временных характеристик функций, процедур и этапов, реализуемых в процессе перехвата информативных сигналов виброакустических полей на объектах АКП. Приводятся соответствующие аналитические выражения.

18.03-01.456 Исследование транспортных шумозащитных экранов на опытном стенде. *Шаширин А.Е., Семенов Н.Г. Noise Theory and Practice (Электронный ресурс)*. 2018. 4, № 1, с. 46-55. Рус.

Приведено подробное описание опытного стенда и методики измерения акустической эффективности при изменении высоты опытных шумозащитных экранов, изготовленных из алюминия и импрегнированной древесины, а также изменение положения точки измерений. Приведены результаты значений акустической эффективности для двух опытных экранов при изменении высоты от 1 м до 6 м, а также изменения высоты точки измерений от 1,5 м до 7 м и расстояния от экрана до точки измерений от 7,5 м до 100 м. Получена зависимость эффективности экранов от высоты в УЗ в виде параболы. Существенное значение для эффективности играет удвоение высоты (эффект 3-4 дБА). При увеличении высоты точки измерений эффективность экранов снижается, например, от 1,5 м до 7 м снижение составило 4 дБА. При увеличении расстояния при каждом его удвоении снижение эффективности около 1,5 дБА.

18.03-01.457 Оптимизационный метод в задачах акустической маскировки материальных тел. *Алексеев Г.В., Лобанов А.В., Спивак Ю.Э. Журнал вычислительной математики и математической физики*. 2017. 57, № 9, с. 1477-1493. Рус.

Сформулированы и исследованы экстремальные задачи для трехмерной модели акустического рассеяния. Указанные задачи возникают при разработке технологий дизайна средств маскировки материальных тел методом волнового обтекания. Эффект маскировки достигается за счет оптимального выбора переменных параметров неоднородной изотропной среды, заполняющей искомую оболочку. Доказана разрешимость прямой и экстремальной задач для рассматриваемой модели акустического рассеяния, установлены достаточные условия, обеспечивающие единственность и устойчивость оптимальных решений.

18.03-01.458 Анализ эффективности работы шумозащитных экранов в городе Томске. *Атаулов Р.В., Семухин Б.С. Вестник Томского гос. архитектурно-строительного ун-та*. 2018. 20, № 2, с. 115-122. Рус.

Проведено исследование эффективности работы шумозащитных конструкций, расположенных на автомобильной развязке вдоль улицы Балтийской в городе Томске. Выполнены акустические измерения уровня шума вдоль шумозащитных конструкций по новой оригинальной методике измерения. Сравнение полученных данных с требованиями нормативных документов в области шумозащиты урбанизированных территорий города позволило сделать вывод об эффективности установленных экранов. Экспериментально установлено, что шумозащитные экраны значительно снижают показатель уровня звукового давления до допустимого. Установлен экспериментально эффект интерференции шума, проявившийся в периодическом перераспределении уровня шума за экранами.

Активные методы подавления шума

18.03-01.459 Предельные возможности активного гашения звуковых гармонических сигналов. *Фикс И.Ш., Фикс Г.Е. Известия РАН. Серия физическая.* 2018. 82, № 1, с. 601-606. Рус.

Применительно к задачам звукоизоляции устройств, излучение которых происходит на дискретных частотах, описана система активного гашения звука с разомкнутой обратной связью, принцип работы которой основан на создании компенсирующего поля, инверсного по отношению к полю первичного источника. Компенсирующее поле формируется на гармонической частоте, совпадающей или близкой к частоте компенсируемого сигнала. Исследована эффективность и предельные возможности такой системы.

18.03-01.460 Оптимальное подавление колебаний

движущегося упругого полотна. *Баннчук Н.В., Иванова С.Ю., Макеев Е.В., Сеницын А.В. Прикл. мат. и мех.* 2018. 82, № 2, с. 261-270. Рус.

Рассматривается поступательное движение упругого полотна (панели), совершающего поперечные колебания, вызванные начальными возмущениями. Предполагается, что движущееся с постоянной поступательной скоростью полотно описывается моделью упругой панели (балки), опертой на краях рассматриваемого пролета. Формулируется задача оптимального подавления колебаний многопролетной панели (полотна), опертой в дискретных точках, при приложении к полотну активных воздействий. Для решения оптимизационной задачи используются современные методы, развитые в теории управления системами с распределенными параметрами, описываемыми уравнениями в частных производных.

См. также **18.03-01.388**

Акустика помещений; Музыкальная акустика

Общие вопросы архитектурной акустики

См. **18.03-01.451**

Общие вопросы строительной акустики

См. **18.03-01.451**

Обработка акустических сигналов; Компьютерное моделирование

Компьютерный эксперимент и численное решение нелинейных задач

18.03-01.461 Математическое моделирование вихревого течения. *Кассин Д.В. Электронный научный журнал APRIORI. Серия: Естественные и технические науки.* 2018, № 2, <http://www.apriori-journal.ru/journal-estestvennie-nauki/id/1759>. Рус.

Рассмотрены проблемы моделирования двухмерного течения. Сформулирована постановка задачи двухмерного вихревого течения. Подробно описан алгоритм решения поставленной задачи с помощью замены переменных и последующего преобразования уравнения Навье—Стокса к более удобному виду. Полностью описан последующий переход с помощью численного метода конечных разностей к компьютерной реализации. Приведены результаты безразмерных вычислений.

Численное решение обратных задач

18.03-01.462 Оценка корреляционной устойчивости последовательных энергетических спектров. *Тимошенков В.Г. Гидроакустика.* 2016, № 25, с. 67-72. Рус.

Приведены результаты экспериментальных исследований, выполненных в 1990-х гг. на одном из стационарных гидроакустических комплексов. Собраны результаты измерения энергетических спектров от целей различных классов в разных ситуациях. Определены коэффициенты корреляции и устойчивость последовательных энергетических спектров в процессе слежения за объектами на протяжении фиксированного интервала времени. Показано, что коэффициенты корреляции между последовательными спектрами различных объектов шумоизлучения стабильно высокие.

18.03-01.463 Построение цифрового вычислительного комплекса с повышенной отказоустойчивостью на основе развитой системы технического диагностирования. *Бухарева А.А., Мальцева Н.В., Селеджи Г.Ц., Шаторная А.М. Гидроакустика.* 2016, № 25, с. 73-78. Рус.

Рассматривается построение цифрового вычислительного комплекса гидроакустической системы с повышенной отказоустойчивостью. Приводится структура комплекса. Показаны особенности и предложены пути построения вычислительного

комплекса на основе развитой оперативной технической диагностики и восстановления его функционирования без останова рабочего режима.

18.03-01.464 Анализ разрешающей способности метода Прони для двух моделей шума. *Винник Е.М., Глебова Г.М., Жбанков Г.А. Гидроакустика.* 2016, № 27, с. 65-73. Рус.

Сравнительный анализ методов пространственной фильтрации с различной разрешающей способностью и метода Прони выполняется с использованием компьютерного моделирования. Исследование выполнено для условий, когда сигнал от локального источника принимается на фоне некоррелированного, а также пространственно коррелированного шума. Оценка параметров локального источника, полученная методом Прони, представляется в виде диаграммы направленности, что позволяет не только более наглядно представить результаты, но и сравнить метод Прони с методами пространственной фильтрации на основе общепринятых характеристик таких как ширина диаграммы направленности, уровень бокового фона. Проведенное исследование показало, что для метода Прони точность оценки параметров источника сопоставима с методами высокого и сверхвысокого разрешения.

Обработка акустических изображений

18.03-01.465 Неявный лагранжево—эйлеровый TVD-метод решения двумерных уравнений газовой динамики на нерегулярных сетках. *Вазиев Э.М., Гаджиев А.Д., Кузьмин С.Ю., Панюков Ю.Г. Мат. моделир.* 2018. 30, № 3, с. 118-134. Рус.

Представлен ALE метод, в основе которого лежит построенная в рамках подхода Годунова неявная конечно-объемная схема для решения уравнений газовой динамики на нерегулярных сетках. Основные величины — плотность, температура и скорость — определены в центрах ячеек. В качестве соотношений, связывающих давление, скорость в центрах ячеек с их аналогами, отнесенными к узлам, используются соотношения, предложенные в работах Р.-Н. Maïre с соавторами. Для достижения второго порядка аппроксимации на гладких решениях с сохранением монотонных свойств решения используется кусочно-линейная TVD реконструкция давления и скорости в ячейке.

18.03-01.466 Разработка физических основ низкочастотной акустической томографии на арктическом шельфе волоконно-оптическими сейсмоприемниками. *Кульчин Ю.Н., Каменев О.Т., Петров Ю.С., Ромащенко Р.В., Колчинский В.А. Известия РАН. Серия физическая.* 2018. 82, № 1, с. 556-559. Рус.

Рассмотрены принципы построения и функционирования волоконно-оптического сейсмоприемника на основе интерферометра Маха—Цендера, предназначенного для проведения сейсмического мониторинга на арктическом шельфе при наличии ледового покрова. Для построения сейсмоприемника предлагается использовать подход, основанный на совместном применении интерферометрического метода измерения и пространственной локализации волоконно-оптического интерферометра. Представлены результаты экспедиционных экспериментов по апробации прототипов сейсмоприемника. Показано, что пороговая чувствительность сейсмоприемника $10^{-7} \text{ м}^2\text{с}^{-2}$ обеспечивает возможность регистрации слабых сейсмосигналов в переходной зоне суша—море.

См. также **18.03-01.193**

Акустическая голография и томография

18.03-01.467 Обратные задачи формирования зондирующих импульсов в ультразвуковой томографии: модельные расчеты и эксперимент. *Гончарский А.В., Романов С.Ю., Серёжников С.Ю. Вычисл. методы и программир.* 2018. 19, № 2, с. 150-157. Рус.

Статья посвящена разработке методов формирования акустических зондирующих импульсов в задачах ультразвуковой томографии. Обратная задача формирования акустических зондирующих импульсов рассматривается в рамках линейной модели. Эта задача является некорректной и требует использования регуляризирующих алгоритмов. Для численного решения использована тихоновская схема регуляризации. Разработанные алгоритмы протестированы на решении модельных задач и с помощью специально поставленного эксперимента, в котором акустический тракт включает в себя цифровой генератор импульсов, усилитель, источник акустического излучения, акустический детектор, предусилитель и аналого-цифровой преобразователь. Экспериментально подтверждены как адекватность линейной модели, так и высокая эффективность предложенных алгоритмов.

18.03-01.468 Профилометрия твердых тел с помощью лазерной ультразвуковой томографии в реальном масштабе времени. *Зарубин В.П., Бычков А.С., Карабутов А.А., Симонова В.А., Кудинов И.А., Черепецкая Е.Б. Вестник МГУ. Серия 3: Физика. Астрономия.* 2018, № 1, с. 76-83. Рус.

Предлагается использование лазерной ультразвуковой томографии для проведения профилометрии твердых объектов. Предлагаемый подход обеспечивает высокое пространственное разрешение, высокую производительность и возможность профилометрии загрязненных или погруженных в жидкости объектов. Предложены и реализованы алгоритмы для построения томограмм и распознавания по ним профиля исследуемых объектов с использованием технологии параллельного программирования NVIDIA CUDA. Предложен прототип лазерного ультразвукового профилометра, работающего в режиме реального времени. С его помощью получены профили поверхностей цилиндрических объектов. Предложенный метод позволяет определять положение поверхностей цилиндрических объектов с точностью аппроксимации до 16 мкм в режиме реального времени.

18.03-01.469 Выбор шага антенной решетки при ультразвуковой томографии материалов с неоднородной структурой. *Карташев В.Г., Качанов В.К., Соколов И.В., Концов Р.В., Фадин А.С. Дефектоскопия.* 2018, № 4, с. 3-11. Рус.

Рассмотрено влияние шага антенной решетки (АР) на величину отношения сигнал/структурный шум при зондировании объекта с неоднородной структурой с помощью малоапертурных преобразователей поперечных акустических волн. Обнаружено явление насыщения при маленьком шаге АР, возникающее из-за влияния положительной взаимной корреляции реализаций структурного шума на соседних приемных преобразователях. Определен оптимальный шаг АР, приблизительно равный 0,5 длины волны при зондировании области объекта напротив АР и 0,4 длины волны при зондировании области сбоку от АР. Проведено экспериментальное исследование, которое подтвердило справедливость теоретических результатов.

18.03-01.470 Применение алгоритма расчета в частотной области для ультразвуковой томографии. *Долматов Д.О., Демянюк Д.Г., Седнев Д.А., Пинчук Р.В. Дефектоскопия.* 2018, № 4, с. 12-17. Рус.

Применение систем ультразвуковой томографии позволяет точно определить форму и размеры дефектов, что необходимо для установления степени их влияния на возможность безопасной эксплуатации объекта контроля. Решение данной задачи осуществляется с помощью специальных алгоритмов, которые используют эхосигналы, зарегистрированные ультразвуковым преобразователем, для получения синтезированных изображений дефектов в образце. Применение в ультразвуковой томографии фазированных антенных решеток обусловлено их способностью предоставлять исчерпывающие данные о внутренней структуре объекта контроля, что позволяет получать высококачественные синтезированные изображения дефектов в объекте контроля. Увеличение скорости осуществления ультразвуковой томографии с использованием фазированных антенных решеток связано с необходимостью разработки и внедрения алгоритмов, обеспечивающих быструю обработку данных. В этой связи интерес представляют алгоритмы расчета в частотной области, обеспечивающие высокую скорость получения синтезированных изображений. Предложен алгоритм ультразвуковой томографии, основанный на расчетах в частотной области, который учитывает сложный характер распространения ультразвуковых волн и связан с наличием сред с различными акустическими свойствами (например, в случае иммерсионного контроля). Его возможности изучаются с помощью компьютерных симуляций с использованием лицензионного программного пакета CIVA 2016, а также экспериментально.

18.03-01.471 Подповерхностная радиолокационная томография кабелей при двухполяризованном зондировании. *Штилов С.Э., Цепляев И.С., Сатаров Р.Н., Еремеев А.И., Якубов В.П., Куржан И.К. Дефектоскопия.* 2018, № 6, с. 41-45. Рус.

Для решения задачи обнаружения и визуализации скрытых инженерных коммуникаций авторами предложено использовать томографический подход, основанный на получении трехмерных радиоизображений исследуемого пространства по результатам измерения локационных волновых проекций в режиме двухполяризационных измерений. Она решается методом последовательной фокусировки излучения сначала на границу «воздух—диэлектрик», а затем внутрь диэлектрика. Приведены результаты обработки экспериментальных данных и восстановленные трехмерные радиотомограммы кабеля «витая пара» и оптоволоконного кабеля без металлических включений. Полученные результаты подтверждают работоспособность предложенного подхода.

Действие акустических колебаний на биологические среды и живые организмы

18.03-01.472 Ультразвуковые технологии высокого разрешения для исследования биологических объектов. *Субочев П.В., Орлова А.Г., Турчин И.В., Петрунок Ю.С., Храмова Е.А., Левин В.М. Известия РАН. Серия физическая.* 2018. 82, № 1, с. 572-577. Рус.

Приводится обзор российского опыта создания ультразвуковых технологий высокого разрешения для исследования биологических объектов. Представлены две разновидности ультразвуковых биологических микроскопов (УБМ) для визуализации кожи *in vivo*: на основе резонансного датчика с электрическим возбуждением и широкополосной нерезонансной антенны из поливинилденфторида с лазерным термооптическим возбуждением.

См. также **18.03-01.423**

Распространение акустических волн в тканях и органах

18.03-01.473 Исследование возможностей и эффективности выполнения операции над сигналами в нейронных сетях. *Хоботов А.Г., Хилько А.И., Тельных А.А. Известия вузов. Радиофизика.* 2018. 61, № 1, с. 76-84. Рус.

Обсуждаются возможности регистрации и эффективность обработки информации в нейронных сетях свободной динамики с контекстно-зависимыми параметрами при представлении данных в сигнальной форме. На примере численных стохастических экспериментов продемонстрирована возможность обработки информации с помощью нейронных сетей свободной динамики. Обсуждается близость рассмотренных сетей нейронным структурам естественной биологической природы. На конкретных примерах исследована устойчивость сетей свободной динамики с контекстно-зависимыми параметрами при решении задач, связанных с регистрацией сигналов при наличии шумов.

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

18.03-01.474 Эхо-импульсная ультразвуковая визуализация в применении к транскраниальной диагностике структур головного мозга. *Сухоручкин Д.А., Юлдашев П.В., Цысарь С.А., Хохлова В.А., Свет В.Д., Сапожников О.А. Известия РАН. Серия физическая.* 2018. 82, № 1, с. 578-582. Рус.

Приводятся результаты компьютерного моделирования распространения акустических импульсов в неоднородной среде, имитирующей голову человека в двумерной и трехмерной геометрии. В трехмерном эксперименте черепная кость представлялась в виде жидкого слоя со скоростью звука, соответствующей скорости продольных волн в кости. В двумерном эксперименте учитывались как продольные, так и поперечные волны. На основе полученных в ходе численного эксперимента данных исследовалась возможность получения ультразвукового изображения точечных рассеивателей с использованием компенсации аббераций, вносимых костями черепа. Показано, что даже простая коррекция времени задержки вдоль прямых лучей приводит к существенному улучшению качества ультразвукового изображения через неоднородный по толщине твердотельный слой.

18.03-01.475 Применение высокочастотного термостатируемого акустического интерферометра для исследования изменений структуры белков сыворотки крови человека. *Клемин В.А., Гурбатов С.Н., Демин И.Ю., Клемина А.В., Стародумова А.И., Горшкова Т.Н. Известия РАН. Серия физическая.* 2018. 82, № 1, с. 607-612. Рус.

Представлены результаты применения акустического интер-

ферометрического метода определения белка в крови человека. Данный акустический метод базируется на высокоточных измерениях температурных зависимостей скорости и частотных и температурных зависимостях поглощения ультразвука. Измерения акустических характеристик сыворотки крови выполнялись с помощью интерферометра постоянной длины в акустических ячейках объемом около 80 мкл в температурном диапазоне 28–40°C, в частотном интервале 1.4–14 МГц.

Речеобразование и восприятие речи

18.03-01.476 Пространственная обработка широкополосных сигналов на примере речевых сообщений. *Канаков В.А., Миронов Н.А. Известия вузов. Радиофизика.* 2018. 61, № 1, с. 85-91. Рус.

Задачей данного исследования является выделение речевого сигнала из определенной точки пространства с максимальным отношением сигнал/шум в условиях, когда помехи обусловлены сторонними источниками речи, а регистрация сигналов осуществляется многопозиционной системой из ненаправленных микрофонов. Доказано, что совместное применение алгоритмов введения точных временных задержек и формирования оптимальных весовых коэффициентов микрофонов значительно увеличивает мощность полезного сигнала относительно мощности помех.

18.03-01.477 Различение звуковых сигналов с гребенчатыми спектрами на фоне изохастотного и низкочастотного шумов: роль компрессивной нелинейности и сопутствующих факторов. *Милехина О.Н., Нечаев Д.И., Супин А.Я. Сенсорные системы.* 2018. 32, № 2, с. 161-168. Рус.

Исследовано различение рисунков гребенчатого спектра на фоне одновременных маскеров. Сигналом служил полосовой шум с гребенчатым спектром: центральная частота 2 кГц, ширина полосы 0.5 окт на уровне 0.5 относительно максимума, плотность гребней спектра 3.5 окт-1. Для оценки различения спектральных рисунков использовали тест реверсии фазы гребней. Маскерами служили полосовые шумы с шириной спектральной полосы 0.5 окт на уровне 0.5 относительно максимума, с центральной частотой 2 кГц (изохастотный шум) или 1 кГц (низкочастотный шум). Маскер предъявляли одновременно с сигналом. Измеряли пороговый уровень маскировки в зависимости от уровня сигнала. Для измерений использовали адаптивную двухальтернативную процедуру с принудительным выбором. Пороговый уровень изохастотного маскировки линейно зависел от уровня сигнала с коэффициентом 0.98 дБ/дБ. Аналогичная функция для низкочастотного маскировки имела наклон 1.19 дБ/дБ в диапазоне уровней звукового давления (УЗД) сигнала от 30 до 40 дБ; наклон понижался до 0.15 дБ/дБ в диапазоне уровней сигнала от 70 до 80 дБ УЗД. Этот результат интерпретировался как одинаковая кохлеарная компрессия ответа на сигнал и эффекта изохастотного маскировки при отсутствии компрессии эффекта низкочастотного маскировки. Рассмотрена роль сопутствующих эффектов одновременной маскировки: латерального подавления и прослушивания на боковых частотах.

18.03-01.478 Форма эквивалентного частотно-избирательного фильтра при различении спектральной структуры звукового сигнала: участие латерального подавления и гармоник. *Нечаев Д.И., Попов В.В., Супин А.Я., Сысуева Е.В. Сенсорные системы.* 2018. 32, № 2, с. 169-176. Рус.

Измеряли пороги спектрального контраста звуковых сигналов с гребенчатым спектром в зависимости от плотности гребней спектра. Самые низкие пороги (контраст менее 0.1) наблюдали при плотности гребней 3–4 окт⁻¹; при меньшей плотности (до 1 окт⁻¹) так же, как и при повышении плотности до 6 окт⁻¹ пороги повышались. Кроме того, зависимость порога от плотности гребней обнаруживала флуктуации с периодом 1 окт⁻¹. Понижение порогов спектрального контраста при повышении плотности гребней от 1 до 4 окт⁻¹ может быть объяснено обострением контраста профиля возбуждения в слуховой системе в результате эффекта латерального подавления. Флуктуации порогов с периодом 1 окт⁻¹ может быть объяснено во-

влечением гармоник в анализ спектрального рисунка.

18.03-01.479 Определение голосовой активности в речевом сигнале методами спектрально-корреляционного и вейвлет-пакетного преобразования. *Корниенко О.О., Мачуський Е.А. Известия высших учеб-*

ных заведений. Радиоэлектроника. 2018. 61, № 5, с. 247-258. Рус.

Разработан алгоритм определения голосовой активности в речевом сигнале, основанное на предварительном определении типа шумового окружения.

Физические основы технической акустики

Акустическая диагностика и неразрушающий контроль

18.03-01.480 Виброакустические испытания образцов трибосопряжений на износостойкость. *Ефремов Л.В., Баева Л.С., Тикалов А.В. Вестник Астраханского гос. технического ун-та. Сер.: Морская техника и технология.* 2017, № 2, с. 69-76. Рус.

Для разработки нормативов сроков и объемов технического обслуживания и ремонта судовой техники большое значение имеет изучение и совершенствование теории и практики оценки износостойкости таких пар трения машин, как подшипники скольжения. При диагностировании подшипников качения широко используются виброакустические методы, но для подшипников скольжения данные методы находятся на стадии научных исследований о трении. В этой связи проводились исследования при испытаниях образцов трибосопряжений разных типов на машинах трения. Выполнены измерения вибрации при заданных условиях и режимах (скорости вращения и нагрузки), где в качестве основного диагностического параметра использовались среднеквадратичные значения (СКЗ) вибрационного ускорения a в m/c^2 или децибелы по ускорению. Изучены зависимости уровней вибрации на каждой полосе трехдиапазонного спектра от частоты вращения, нагрузки, условий смазки, шероховатости с учетом температуры, коэффициента трения и износостойкости. Доказано, что источником вибрации высокочастотного диапазона СКЗ является трение в сопряжении в зависимости от состояния поверхностей и вида смазки пары трения. Подтверждена зависимость уровня СКЗ ускорения от скорости вращения и нагрузки образца. Полученные результаты позволяют сделать заключение об эффективности применения предлагаемой трехдиапазонной виброакустической характеристики трибосопряжений для оценки состояния трибосопряжений с помощью вибromетра CM-21. Этот способ может найти применение при диагностике подшипников скольжения, что потребует стандартизации режимов и условий измерения и установления зон предельно-допустимых уровней состояний объекта.

18.03-01.481 Универсальный алгоритм локации источников акустической эмиссии. *Карлов С.А. Труды Крыловского государственного научного центра.* 2018, № 1-1, с. 121-129. Рус.

Метод акустической эмиссии (АЭ) является одним из самых эффективных способов диагностики предопасного состояния конструкций. Для его успешного применения в заводских условиях требуется постоянное развитие и.

18.03-01.482 Волновая диагностика и направленное воздействие. *Якубов В.П., Шипилов С.Э., Суханов Д.Я. Известия вузов. Физика.* 2018. 61, № 4, с. 25-34. Рус.

Рассматриваются физические возможности дистанционной диагностики и манипуляции состоянием сред распространения на основе использования методов волнового томосинтеза. Речь идет об электромагнитных, акустических и волнах иной природы. Важным является многопозиционность измерений с сохранением фазовой информации в каждой точке среды, что позволяет реализовать технологию синтезирования большой апертуры с фокусировкой. На основе обработки волновых проекций скрытых объектов становится возможным реконструкция их трехмерных изображений. При этом уменьшается влияние многократных переотражений волн. Томографический подход позволяет, кроме того, подойти к манипуляции свойствами зонди-

руемых сред. Так, увеличение мощности излучения в выбранной точке фокусировки дает возможность подойти к проблеме создания гипертермии, например, в онкологии. А создание минимума поля и заданное распределение фазы в определенных областях сред открывает возможность управлять движением захватываемых микрочастиц. Последнее обстоятельство важно, например, для прицельной доставки лекарственных средств в медицине.

18.03-01.483 Двумерная периодическая композитная структура для акустического датчика объемных свойств жидкости. *Мухин Н.В., Редька Д.Н., Тарасов С.А., Осеев А.Ю., Хирш З. Известия вузов России. Радиоэлектроника.* 2018, № 1, с. 55-63. Рус.

Описывается композитная структура, представляющая собой стальную матрицу с периодической двумерной системой цилиндрических отверстий, заполненных углеводородной смесью. Изучены упругие колебания такой периодической структуры для применения в акустических датчиках жидкого топлива. Теоретические исследования композитной структуры показали возможность возбуждать в ней аксиально-симметричные и крутильные резонансные моды в частотном диапазоне с высоким коэффициентом отражения структуры, которые проявляются как окна с узкой полосой пропускания. Экспериментальные исследования подтвердили существование таких резонансных частот с характерными структурами акустических волн, причем аксиально-симметричная резонансная мода оказалась более выраженной. Измерения различных смесей бензина и этанола показывают, что датчик имеет значительную чувствительность для различения обычных видов топлива, смесей на основе бензина и присутствия добавок в стандартных видах топлива.

18.03-01.484 Информационно-измерительная система дистанционной диагностики приборов электрического, акустического и радиоактивного каротажа. *Атауллин Ф.Р., Ясоев В.Х., Коровин В.М. Приборы.* 2018, № 2, с. 14-18. Рус.

Представлены результаты разработки информационно-измерительной системы дистанционной диагностики приборов электрического, акустического и радиоактивного каротажа, целью которой является повышение работоспособности скважинных геофизических приборов в полевых условиях путем дистанционной диагностики датчиков и электронных узлов геофизических приборов электрического, акустического и радиоактивного каротажа, и усовершенствования имитаторов стандартных образцов, которые максимально возможно имитируют условия, при которых осуществляется дистанционная диагностика этих приборов.

18.03-01.485 К теории акустического зондирования трубчатых каналов, содержащих участки с нарушением герметичности. *Шагапов В.Ш., Галиакбарова Э.В., Хакимова З.Р. Инженерно-физический журнал.* 2018. 91, № 3, с. 709-719. Рус.

Исследуется эволюция возмущений давления, распространяющихся в трубчатом канале, заполненном жидкостью или газом и имеющим поврежденный участок в виде достаточно больших щелей, когда их гидравлическое сопротивление несущественно. Для этого принята математическая модель, учитывающая вязкое трение и перенос тепла в тонком слое жидкости (или газа) вблизи стенки. На основе такой модели получены дисперсионные уравнения для процессов распространения и отражения гармонических волн от поврежденного участка. Проведен анализ зависимостей фазовой скорости, коэффициента затухания, а также коэффициентов отражения и прохождения

от круговой частоты, физических свойств жидкости или газа и от величины повреждения. Представлены результаты расчетов, иллюстрирующих динамику импульсных сигналов в зависимости от расстояния до поврежденного участка от входного сечения канала ла, масляных повреждений и от вида среды (жидкости или газа) в канале.

18.03-01.486 Исследование деградации композитных материалов ультразвуковыми методами высокового разрешения. *Петронюк Ю.С., Морозов Е.С., Левин В.М., Рыжова Т.Б., Шаныгин А.Н. Известия РАН. Серия физическая.* 2018. 82, № 1, с. 560-564. Рус.

Методы импульсной акустической микроскопии применялись для визуализации и оценки неразрушающими методами объемной микроструктуры композитов, армированных углеродными волокнами. Исследовались необратимые изменения в структуре композитного материала под действием внешних механических и климатических факторов, изучалась динамика процессов накопления и роста микроскопических дефектов, приводящих к разрушению. Ультразвуковые исследования проводились на частотах 50—100 МГц. Показано, что в формировании изображений участвует рассеянное (дифрагированное) излучение, что позволяет обнаруживать полости малого размера (отслоения армирующих нитей), выявлять скопление микроскопических дефектов и наклонные протяженные, ориентированные вдоль укладки волокон трещины, которые являются предшественниками хрупкого разрушения композита и визуализация которых затруднительна стандартными ультразвуковыми методами.

18.03-01.487 Изучение процессов дегазации в жидкости методом акустической эмиссии. *Кузнецов Д.М., Гапонов В.Л., Гайдюкова Ю.А., Маслова Е.Е. Современные наукоемкие технологии.* 2018, № 4, с. 74-79. Рус.

Целью работы являлась разработка универсального метода, позволяющего осуществлять процесс мониторинга удаления любого растворенного газа из любой жидкости. В основе разработки метода использован тот факт, что движение пузырьков газа к поверхности жидкости вовлекает в колебательный процесс частицы жидкости, которые смещаются около своего положения равновесия, переходя в состояние периодического уплотнения и разрежения. Метод основан на генерации акустических колебаний при движении пузырьков газа к поверхности жидкости. В ультразвуковой области метод регистрации акустических колебаний (метод акустической эмиссии) в жидкой среде позволяет регистрировать выделение растворенных газов по мере роста температур в жидкости. Процесс регистрации акустических колебаний изучен в диапазоне частот 100—500 кГц на примере воды. Установлено, что кривая роста суммарной импульсов акустической эмиссии совпадает по характеру с кривой роста температуры воды. Установлено, что различные этапы дегазации жидкости инициируют различные формы и спектры индуцируемых акустических сигналов. Полученные данные позволяют прогнозировать сферу применения метода АЭ как надежного и высокочувствительного метода контроля химических процессов в жидкости, протекающих с образованием газовой фазы.

18.03-01.488 Повышение информативности процесса диагностирования двигателей автомобилей за счет технической эндоскопии. *Агеев Е.В., Щербатов А.В., Алексин Ю.Г., Грашков С.А. Известия Юго-Западного государственного ун-та.* 2018, № 1, с. 18-26. Рус.

Двигатель автомобиля является наиболее сложным и важным агрегатом автомобиля. От его технического состояния зависят многие технические, экономические и экологические показатели работы автомобиля. Поэтому разработка совершенных методов диагностирования технического состояния механизмов и систем двигателя представляет важное практическое значение. Из общего количества неисправностей большая часть и трудоемкость приходится на цилиндропоршневую группу (ЦПГ). Целью настоящей работы являлось повышение информативности процесса диагностирования двигателей переднеприводных автомобилей ВАЗ за счет использования технической эндоскопии. Для получения информации об уровне технического состояния целесообразно разбирать исправный агрегат или узел, так

как, во-первых, это связано со значительными трудовыми затратами, и, во-вторых, что главное, каждая разборка и нарушение взаимного положения приработавшихся деталей приводят к сокращению остаточного ресурса на 30—40%. Использование технического эндоскопа для получения информации об уровне технического состояния ЦПГ предоставляет уникальные возможности для визуальной диагностики. За счет использования технического эндоскопа впервые появилась возможность при диагностировании ЦПГ двигателей внутреннего сгорания перейти к оценке конструктивных параметров технического состояния, таких как: состояние сетки хона, наличия рисок, задиров, царапин, что ранее можно было выполнить только путем разборки автомобилей. В целом, техническая эндоскопия повышает информативность процесса диагностирования цилиндропоршневой группы. Использование технического эндоскопа открывает уникальные возможности для оперативной оценки технического состояния диагностируемого объекта с целью сокращения времени при выявлении и последующего устранения неисправностей.

18.03-01.489 Оценка остаточных напряжений цельнокатаных и бандажированных колес с использованием эффекта акустоупругости. *Муравьев В.В., Муравьева О.В., Ленков С.В. В мире неразрушающего контроля.* 2018. 21, № 1, с. 25-29. Рус.

Описана методика оценки остаточных напряжений в ободьях цельнокатаных вагонных колес с использованием эффекта акустоупругости при электромагнитно-акустическом способе возбуждения-приема сигналов. Даны краткие технические характеристики прибора. Описана методика определения коэффициента акустоупругости контролируемой стали. Представлены результаты определения остаточных напряжений в новых и бывших в эксплуатации вагонных колесах. Описан способ контроля натяга бандажей локомотивных колес по измеренным значениям остаточных напряжений методом акустоупругости с использованием электромагнитно-акустического преобразования. Представлены результаты определения остаточных напряжений в бандажах до и после посадки на колесные центры и результаты контроля натяга бандажей.

18.03-01.490 Акустический метод оценки качества термической обработки сплава 44НХТЮ. *Хлыбов А.А., Матвеев Ю.И. Дефектоскопия.* 2018, № 2, с. 3-10. Рус.

Показано, что в эливаре (сплава 44НХТЮ) для рассмотренного режима термообработки формируется однородная мелкозернистая структура, обеспечиваются необходимые прочностные характеристики. Приведены экспериментальные данные, показывающие постоянство упругих характеристик в диапазоне температур от—70 до +70°С. Постоянство скорости распространения упругих волн в этом диапазоне температур позволяет применять эту закономерность для разработки методики контроля качества термической обработки. В качестве «диагностического параметра» предложено использовать отношение продольных и сдвиговых скоростей упругих волн. Исследована возможность использования упругих волн в задачах обеспечения контроля характеристик сплава 44НХТЮ после различных режимов термической обработки.

18.03-01.491 Пути повышения чувствительности метода акустического зондирования при исследовании структуры металлов. *Ерофеев В.И., Ильягинский А.В., Никитина Е.А., Родюшкин В.М. Дефектоскопия.* 2018, № 2, с. 11-14. Рус.

На примере использования различных способов обработки результатов зондирования металла упругими волнами изучены пути повышения чувствительности ультразвукового метода. Представление процессов, определяющих влияние среды на параметры упругой волны статистической моделью в виде распределения Дирихле, позволяет количественно охарактеризовать изменения структуры зондирующего импульса, улучшить понимание феноменов взаимодействия упругой волны со средой с учетом поврежденности материала.

18.03-01.492 Оценка типа и размеров дефектов в головке рельса. *Марков А.А., Мосягин В.В. Дефектоскопия.* 2018, № 2, с. 15-26. Рус.

Показана актуальность обнаружения дефектов в рельсах под

горизонтальными расслоениями с одновременным измерением параметров трещин. На базе выполненных исследований предложен новый способ обнаружения и оценки параметров поперечных трещин (в том числе и под поверхностными повреждениями) головки рельсов. Способ основан на реализации ультразвукового теневого метода контроля в многоканальном режиме и обработке результатов послойного сканирования контролируемого участка рельса. На основе опытного применения нового дефектоскопа, реализующего предлагаемый способ, показано, что прибор в реальных условиях уверенно выявляет указанные дефекты головки рельсов, при этом погрешность измерений не превышает 15%.

18.03-01.493 Методы неразрушающего контроля и диагностики прочности изделий из полимерных композиционных материалов. *Потапов А.И., Махов В.Е. Дефектоскопия.* 2018, № 3, с. 7-19. Рус.

Рассмотрены результаты теоретических и экспериментальных исследований неразрушающего контроля прочностных характеристик полимерных композиционных материалов (стеклопластиков) и изделий на их основе (цилиндрических оболочек). При этом основное внимание было уделено ультразвуковому временному, акустико-эмиссионному методам и ультразвуковому методу, основанному на измерении скоростей продольных и поперечных упругих волн в тангенциальном и осевом направлениях цилиндрической оболочки. Получены аналитические и корреляционные уравнения, устанавливающие связь разрушающихся и неразрушающихся испытаний.

18.03-01.494 Универсальный волновод для акустико-эмиссионного контроля высокотемпературных промышленных объектов. *Растегаев И.А., Мерсон Д.Л., Данюк А.В., Афанасьев М.А., Хрусталева А.К. Дефектоскопия.* 2018, № 3, с. 20-30. Рус.

Предложена оригинальная конструкция волновода, позволяющая осуществлять акустико-эмиссионный контроль, диагностику и мониторинг промышленных объектов, работающих при температурах свыше 85°C. Волновод позволяет обеспечить более высокие теплорассеивающие характеристики при минимальных акустических потерях по сравнению с известными волноводами прижимного типа. Его применение не требует внесения изменений в конструкцию объекта контроля и специального согласования с надзорными органами. Описаны физические принципы работы, особенности конструктивного исполнения, варианты применения и результаты полного цикла исследований влияния конструктивных особенностей волновода на теплорассеивающие и акустические характеристики. Использование волновода разработанной конструкции способствует расширению области применения метода акустической эмиссии в качестве экспрессметода оценки технического состояния высокотемпературных объектов как во время эксплуатации, так и перед выводом их из эксплуатации для технического диагностирования с целью определения активных (опасных) зон и внесения их в программу контроля другими неразрушающими методами.

18.03-01.495 Исследование статистических свойств диагностических признаков в виброакустических сигналах корабельных механизмов. *Давыдов В.С., Стебляк Д.В. Дефектоскопия.* 2018, № 3, с. 31-38. Рус.

Проведено исследование статистических свойств многомерных диагностических признаков — расположений и амплитудных значений дискретных составляющих в энергетических спектрах огибающих вибрационных ускорений, характеризующих зарождающиеся дефекты механизмов. Проведена обработка экспериментальных данных. С помощью непараметрического критерия ранговой корреляции доказана взаимная и совместная независимость одномерных значений многомерных величин признаков. Выполнено исследование законов распределения этих признаков с помощью непараметрического критерия Колмогорова—Смирнова. Принято, что законы распределения этих признаков могут иметь в общем случае любой вид.

18.03-01.496 Об информативности метода инвариантов сигналов акустической эмиссии в задачах диагностики предразрушающего состояния материалов. *Буйло С.И. Дефектоскопия.* 2018, № 4, с. 18-23. Рус.

Рассмотрены особенности использования метода инвариантов сигналов акустической эмиссии (АЭ) в задачах диагностики предразрушающего состояния. Приведены результаты диагностики предразрушения по амплитудным и временным инвариантам потока актов АЭ в процессе механического нагружения стальных образцов. Установлено, что измерение и анализ вида амплитудных и временных информационных параметров являются более наглядными и предпочтительными, чем прямое измерение самих инвариантных соотношений. Проведен анализ некорректного применения метода инвариантов.

18.03-01.497 Прочностные испытания лонжерона из углепластика с использованием методов акустической эмиссии и тензометрии. *Степанова Л.Н., Петрова Е.С., Чернова В.В. Дефектоскопия.* 2018, № 4, с. 24-30. Рус.

Приведены результаты прочностных испытаний лонжерона крыла самолета из углепластика Тогау Т1000. Контроль зон разрушения конструкции выполнен с использованием методов акустической эмиссии (АЭ) и тензометрии. Проанализировано изменение напряженно-деформированного состояния (НДС) материала лонжерона в процессе нагружения. Определены координаты источников сигналов АЭ, соответствующие отслоению верхней полки от стенки лонжерона. Рассмотрены алгоритмы обработки АЭ-информации с использованием вейвлет-преобразований. Установлена связь изменения напряжений материала углепластика, структуры сигналов АЭ с появлением и распространением разрушения лонжерона.

18.03-01.498 Интеллектуальная система вибродиагностики нефтегазового оборудования. *Кошекков К.Т., Кликушин Ю.Н., Кашевкин А.А., Латыпов С.И., Софьина Н.Н., Савостина Г.В., Кошекков А.К. Дефектоскопия.* 2018, № 4, с. 31-41. Рус.

Описана интеллектуальная система диагностики и мониторинга нефтегазового оборудования с компьютерным прибором идентификационных измерений вибросигналов. В основе работы лежат базы экспертных знаний FRASH- и S-методов, а также база данных таблиц количественных и качественных характеристик объектов. Показано, что временные характеристики состояния объектов и их автокорреляционные функции четко описываются идентификационными параметрами. Применение интеллектуальной технологии идентификационных измерений на примере вибродиагностики насосного агрегата НМ 12500-210 № 12 показало, что диагностика и мониторинг более эффективны, поскольку распознаются не только состояния, включающие группы дефектов с похожими признаками, но и сами дефекты. Представлена реализация интеллектуальной компьютерной системы диагностики и мониторинга нефтегазового оборудования с применением современных инфокоммуникационных технологий.

18.03-01.499 Применение специальных алгоритмов пространственно-временной обработки сигналов при ультразвуковом контроле больших колоколов старинного литья. *Качанов В.К., Соколов И.В., Карташев В.Г., Шалимова Е.В. Дефектоскопия.* 2018, № 5, с. 16-25. Рус.

Для повышения достоверности результатов ультразвуковой дефектоскопии уникальных изделий из бронзы старинного литья разработаны оригинальные алгоритмы пространственно-временной обработки сигналов. В частности, для контроля находящихся в Московском Кремле больших колоколов, на поверхности которых присутствуют многочисленные объемные изображения, ограничивающие доступную для размещения пьезопреобразователей поверхность, были разработаны различные алгоритмы пространственно-временной обработки сигналов, в том числе основанные на повороте разделяющего преобразователя с суммированием парциальных дефектограмм.

18.03-01.500 Модернизация виброанализаторов на основе идентификационных измерений. *Кошекков К.Т., Кликушин Ю.Н., Савостин А.А., Софьина Н.Н., Астапенко Н.В., Кашевкин А.А., Кошеккова Б.В. Дефектоскопия.* 2018, № 5, с. 26-32. Рус.

Описана технология модернизации виброанализаторов путем

дополнительного подключения интеллектуального блока анализа временных характеристик измерительного сигнала. В его структуру входят база данных, включающая экспертные оценки, и база знаний, построенная на основе метода идентификационных измерений свойств регулярности/хаотичности характеристик вибросигналов по технологии шкал. Разработан компьютерный прибор для проведения исследований применимости предлагаемых технологий. Представлены результаты вибродиагностики станка-качалки с помощью компьютерного прибора.

18.03-01.501 Попытка заменить рентгенографию на ультразвуковые испытания с фазированными решетками сварных соединений из стальных пластин, выполненных на мостах, и в других конструкциях. *Вафик Х., Ламад Л. Дефектоскопия.* 2018, № 5, с. 64. Рус.

Исследование проведено с целью демонстрации возможности использования ультразвукового контроля с фазированной решеткой (УКФР) как подходящей замены рентгенографических испытаний (РИ) сварных соединений стальных пластин, требуемых кодами и стандартами, относящимися к некоторым проектам, например, к строительству мостов, и контроль в соответствии с AWS D1.5. Такая замена, если она одобрена, может обеспечить значительную экономию средств без какого-либо дополнительного риска. Две приведенные методики проверки применены для испытания четырех стыковых сварных соединений, выполненных на стальных пластинах толщиной до 35 мм. Эти сварные соединения сделаны с помощью экранированной металлической дуговой сварки (ЭМДС), соединения содержат отдельные искусственные дефекты. Сравнение между возможностями обнаружения и характеристикой дефектов в сварных соединениях двумя методами контроля показывает, что УКФР улучшает возможности обнаружения и калибровки дефектов в сварных соединениях и может надежно заменить РИ в случае использования подходящей методики УКФР, которая включает одновременное применение секторального сканирования с обеих сторон осей сварных соединений с использованием массивного датчика с широкой фазовой апертурой и применение дополнительного ручного сканирования при краевых испытаниях.

18.03-01.502 Исследование процессов разрушения бетона с разным размером наполнителя по характеристикам акустической эмиссии. *Ян В., Хонг Х.Х., Шао Й.Л., Ши Й.Ч., Лу Г., Ли Ж. Дефектоскопия.* 2018, № 6, с. 61. Рус.

Для изучения характеристик акустической эмиссии (АЭ) процесса разрушения бетона с различным размером наполнителя образцы раствора были испытаны при осевом сжатии в эксперименте, все процессы эволюции повреждений контролировали с помощью полноразмерной системы сбора данных АЭ. Влияние размера наполнителя бетона на процессы разрушения и вид повреждения исследовали по значениям кумулятивной энергии АЭ, амплитуды, пиковой частоты и отношению N/E (импульс/энергия) соответственно. Рассчитаны отношения кумулятивных импульсов АЭ каждой полосы частот и амплитудной полосы ко всем совокупным импульсам АЭ при разных уровнях напряжений. Выявлен разностный и эволюционный процесс образования микротрещин раствора с разным размером наполнителя в процессе разрушения. Результаты показывают, что кумулятивная энергия АЭ увеличивается с увеличением размера наполнителя в растворе. Распределение накопившихся импульсов АЭ каждой амплитудной полосы в зависимости от напряжения с разными размерами наполнителя одинаковы, а импульсы АЭ каждой амплитудной полосы резко увеличиваются настолько, что образец разрушается. Кроме того, импульсы АЭ фокусируются на низкочастотной полосе при низком уровне напряжения, тогда как все пиковые полосы частот активны при высоком уровне напряжения, а размер наполнителя раствора оказывает значительное влияние на кумулятивные характеристики каждой пиковой полосы частот. Соотношение N/E уменьшалось с увеличением размера наполнителя и увеличивалось линейно с увеличением напряжения.

18.03-01.503 Характеристика процесса разрушения бетона с заполнителем из полипропиленового волокна при средней частоте нагружения методом двухполу-

периодной акустической эмиссии. *Ванг Я., Чен Ш.Й., Ге Л., Ванг Я., Жоу Л. Дефектоскопия.* 2018, № 6, с. 62. Рус.

Чтобы получить характеристики разрушения бетона с заполнителем из полипропиленового волокна, средняя частота нагружения должна составить 10^3 Гц. Процесс эволюции повреждений (стадии А, В и С) образцов раствора с различным содержанием полипропиленового волокна при одноосном растяжении изучали с использованием метода двухполу-периодной акустической эмиссии. Проанализированы энергия и спектральные характеристики волнового излучения полосы частот $cd7$. Результаты показали, что с увеличением содержания полипропиленового волокна пиковое напряжение сначала возрастает, а затем уменьшается, модуль упругости увеличивается постепенно, пиковая частота полосы частот $cd7$ уменьшается на ступенях А и В, но увеличивается на стадиях С. Пиковая частота полосы частот $cd7$ снижается с 30—40 до 20—30 кГц с накоплением повреждений. Приведенные выше характеристики могут использоваться для определения стадий разрушения и механизмов повреждения.

18.03-01.504 Акустическое затишье как диагностический признак предразрушения. *Ботвина Л.Р., Петерсен Т.Б., Тютин М.Р. Доклады академии наук.* 2018, 479, № 5, с. 514-518. Рус.

Установлена взаимосвязь периода акустического затишья, наблюдаемого при растяжении предварительно циклически нагруженных образцов из сталей 20 и 45, с работой пластической деформации (магнитудой разрушения), оценённой по площади под кривой деформации. Показано, что с увеличением относительной долговечности период затишья возрастает.

18.03-01.505 Модель расчета смещения поперечной волны, возбуждаемой наклонным преобразователем через упругий слой с линейно меняющейся толщиной. *Данилов В.Н. Контроль. Диагностика.* 2018, № 4, с. 4-13. Рус.

Разработана модель расчета смещения поперечной волны, излучаемой наклонным преобразователем через плакирующий упругий слой с линейно меняющейся толщиной в основной плоскости и пониженной по сравнению с контролируемым металлом скоростью поперечных волн. Расчеты диаграмм направленности пьезопластины преобразователя (по И. Н. Ермолову) в зависимости от угла направления на точку ввода показали зависимость смещения максимума диаграмм от направления изменения и угла наклона границы слоя, примаыкающей к основному металлу. Положение максимума диаграмм также определяется скоростью поперечных волн в слое и значением угла ввода преобразователя. Учет выявленных особенностей может быть полезен при практическом ультразвуковом контроле металла через плакирующий слой с непостоянной толщиной его по поверхности контроля.

18.03-01.506 Акустико-эмиссионный контроль дефектов при статических испытаниях конструкции композиционного самолета. *Барсук В.Е., Степанова Л.Н., Кабанов С.И. Контроль. Диагностика.* 2018, № 4, с. 14-19. Рус.

Приводятся результаты статических испытаний композиционного самолета ТВС-2ДТС, предназначенного для региональной работы на небольших аэродромах, в том числе в условиях Севера. Разработана методика контроля дефектов, определяемых при статических испытаниях силовых элементов композиционного самолета методом акустической эмиссии (АЭ). Контроль дефектов в процессе испытаний осуществлялся в режиме реального времени с использованием сертифицированной многоканальной АЭ-системы СЦАД-16.10. На фюзеляже и крыльях самолета были организованы зоны контроля и установлены 16 преобразователей акустической эмиссии (ПАЭ). Нагружение конструкции самолета проводилось статической нагрузкой ступенями, составляющими 10% от заданной $P_{зад} = 130,56$ кН до максимального значения нагрузки $P_{max} = 0,8P_{зад}$. В процессе испытаний наблюдалась устойчивая локация в области шпангоута, в зоне крепления крыльев к центроплану и крепления балки шасси к шпангоуту. Анализ зон локации показал, что наиболее активные источники располагались в области

левого борта самолета. Визуальный осмотр зон локации, проведенный после испытаний, выявил разрушение и деформацию болтов крепления силовой балки шасси к шпангоуту по левому и правому борту самолета.

18.03-01.507 Акустико-эмиссионный контроль деформирования и разрушения металлокомпозитных баков высокого давления. *Лепишин А.М., Москвичев В.В., Черняев А.П. Прикладная механика и техническая физика.* 2018. 59, № 3, с. 145-154. Рус.

Представлены результаты экспериментальных исследований процессов накопления повреждений металлокомпозитного бака высокого давления при проведении пневматических испытаний на прочность. Выполнен анализ процессов деформирования и разрушения композитной конструкции, сопровождающихся растрескиванием матрицы и разрывом волокон. Показано, что данные растрескивания и разрывы излучают акустико-эмиссионные сигналы различного типа. На основе результатов акустико-эмиссионного контроля предложен критерий ранжирования баков по прочностным характеристикам силовой композитной оболочки.

18.03-01.508 Акустический контроль металла эксплуатируемых и поврежденных гибов водоопускных и пароотводящих труб ТЭС. *Смирнов А.Н., Попова Н.А., Абабков Н.В. Вестник Ижевского гос. техн. ун-та.* 2018. 21, № 2, <http://istu.ru/component/jdownloads/viewdownload/3/3128?Itemid=0>. Рус.

Проведено исследование металла эксплуатируемых и поврежденных гибов водоопускных и пароотводящих труб спектрально-акустическим методом контроля и методом электронной микроскопии. В частности, исследованы образцы, не имеющие повреждений, образец с коррозионно-усталостной трещиной и образцы с технологическими дефектами типа заката. Все образцы изготовлены из стали 20, но имеют разную наработку. Изучено структурное состояние образцов, выполнена количественная оценка таких параметров, как плотность дислокаций и величина локальных полей внутренних напряжений. Структура металла гибов пароотводящих и водоопускных труб после наработки и без дефектов состоит из ферритоперлитной смеси. Феррит, занимающий основную часть объема материала, присутствует как нефрагментированный, так и фрагментированный. В металле гибов пароотводящих и водоопускных труб после наработки и с дефектами увеличилась доля дефектного цемента в перлитных зернах, а также доля фрагментированного феррита. Построены графические зависимости акустических характеристик от времени наработки. Установлены значения акустических характеристик, соответствующие дефектному состоянию для металла гибов водоопускных и пароотводящих труб, изготовленных из стали 20. Выполнен расчет комплексного критерия предельного состояния для всех исследованных образцов. В соответствии с расчетом определены образцы, которые могут эксплуатироваться без проведения ремонтно-восстановительных работ и для которых проведение ремонтно-восстановительных работ необходимо.

См. также **18.03-01.145, 18.03-01.156, 18.03-01.163**

Акустические методы обработки материалов и изделий

18.03-01.509 Применение электростатических и ультразвуковых воздействий для осаждения аэрозолей. *Степкина М.Ю., Антонникова А.А. Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму.* 2018, № 3-4, с. 65-70. Рус.

18.03-01.510 Ультразвуковое упрочнение поверхностного слоя стали 20, сформированного в условиях электролитно-плазменного нагрева. *Рахимьянов Х.М., Рахимьянов К.Х., Еремичина А.С., Аль-Обайди Л.М.Р. Вестник Кузбасского гос. техн. ун-та.* 2018, № 2, с. 76-84. Рус.

Показана эффективность использования ультразвукового пластического деформирования поверхностного слоя стали 20 после цементации и закалки в условиях электролитно-

плазменного нагрева. На основании проведения экспериментальных исследований с использованием математического планирования получено уравнение регрессии, устанавливающее взаимосвязь микротвердости и режимных параметров ультразвукового пластического деформирования — скорости, подачи и статического усилия. Установлено, что использование ультразвукового пластического деформирования в формировании поверхностного слоя после химико-термической обработки в электролитной плазме позволило повысить значение микротвердости с 6000 МПа до 8000 МПа, а также сформировать на поверхности специфичный регулярный микрорельеф. Проведена оптимизация режимных параметров ультразвукового пластического деформирования, обеспечивающего максимальный прирост микротвердости.

18.03-01.511 Технологические режимы ультразвуковой упрочняюще-отделочной обработки деталей с тонкослойными покрытиями. *Рахимьянов А.Х., Семенова Ю.С., Живага А.А. Вестник Кузбасского гос. техн. ун-та.* 2018, № 2, с. 84-93. Рус.

Нанесение тонкослойных функциональных покрытий требует особого подхода к окончательной обработке поверхностей. Для обеспечения сохранения свойств нанесенного покрытия необходимо обеспечивать такое воздействие на материал покрытия, чтобы сохранить его целостность и функциональность. В работе представлены перспективы применения ультразвукового пластического деформирования в качестве упрочняющей финишной обработки изделий с тонкослойными покрытиями. В рамках проведенных исследований были выявлены ограничения по назначению технологических режимов обработки, связанных как с возможностями оборудования, так и с необходимостью обеспечения требуемых свойств поверхности и поверхностного слоя. Определены характеристики применяемого оборудования, определяющие режимные параметры обработки. Для данных режимов представлены зависимости диаметра единичного отпечатка инструмента от статического усилия пожатия инструмента к детали. На основании расчета диаметра отпечатка установлены условия получения регулярного микрорельефа, формируемого на обрабатываемой поверхности за счет перекрытия этих отпечатков при взаимном перемещении инструмента и обрабатываемой поверхности. Определены диапазоны значений режимных параметров ультразвукового пластического деформирования цилиндрических деталей из закаленной и незакаленной стали 45, обеспечивающих формирование регулярного микрорельефа на обработанной поверхности.

См. также **18.03-01.57, 18.03-01.160, 18.03-01.389**

Акустические технологии в промышленности

18.03-01.512 Интенсификация реагентной очистки нефтесодержащих сточных вод виброакустическим воздействием. *Половков С.А., Мещеряков С.В., Гонюпольский А.М., Иванов М.В. Безопасность в техносфере.* 2017. 6, № 6, с. 25-32. Рус.

Представлены результаты проведенных исследований по виброакустической интенсификации процессов коагуляции и флокуляции для очистки нефтесодержащих сточных вод нефтеперекачивающей станции Рязанского НПЗ. Интенсификация заключалась в наложении вибровоздействий на резонансных частотах с виброускорениями около 1 g на установку для коагуляции и флокуляции. В качестве реагентов использовалась известь, синтетический флокулянт и алюмосодержащий коагулянт. Сточные воды содержали керосин и солянку с общей концентрацией нефтепродуктов около 1 мг/л. Результаты экспериментальных исследований показали высокую эффективность наложения вибраций. В частности, использование вибрационного воздействия позволяет снизить требуемую концентрацию реагентов в очищаемой сточной воде до 8 раз для извести, до 6 раз для коагулянта и до 2 раз для синтетического флокулянта, при этом время очистки сокращается примерно в два раза при сохранении эффективности очистки до 98%.

18.03-01.513 Влияние ультразвука на продолжительность процесса выработки кондитерских изделий с

белково-жировыми эмульсиями при непрерывном цикле производства. *Верболюз Е.И., Распопов Д.С., Савченко Р.Н.* *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий.* 2018. 80, № 1, с. 55-61. Рус.

Применение белково-жировых эмульсий, обработанных ультразвуком и пульсирующим магнитным полем для производства кондитерских изделий в поле ультразвука ведет к существенному росту их качества, экономии растительных жиров, повышению антипригарных свойств и производительности печей. Известно, что на хлебопекарных предприятиях эмульсии приготавливают по ГОСТ Р 51785-2001 путем механического взбивания ингредиентов. Нами ранее предложен и исследован способ производства пищевых белково-жировых эмульсий повышенной дисперсности и стойкости с применением ультразвукового излучателя и неодимовых магнитов, жестко закрепленных на его концентраторе. Их применение оказало существенное влияние на повышение качественных показателей кондитерских изделий, в частности галет для Арктики. Для этого использовались эмульсии из творожной сыворотки, разбавленной водой 1:7, нерафинированного подсолнечного масла и подсолнечных фосфатидов, составляющая до 17% замешанного теста. Совместное, совпадающее по амплитуде, наложение ультразвука и пульсирующего с его частотой поля магнитов в контактирующем слое диспергируемых жидких ингредиентов заметно увеличивает вязкость и дисперсность получаемых белково-жировых эмульсий по сравнению с чисто ультразвуковым воздействием. При этом выявлен синергизм воздействия ультразвука и магнитного поля на повышение однородности, прочности и устойчивости эмульсий к механическим и температурным воздействиям, ее бактерицидного эффекта, пролонгирующих сроки безопасного использования продукта. Полученные эмульсии менее требовательны к режимам хранения и транспортировки. Уровень производства пьезоэлектрических ультразвуковых установок, как и неодимовых магнитов, их малые размеры и низкое энергопотребление позволяют использовать линии непрерывного приготовления эмульсии для снижения стоимости и повышения качества изделий хлебопекарных производств.

Акустический мониторинг технологических процессов

18.03-01.514 Характеристики аварийных и предупредительных звуковых сигналов при управлении технологическими процессами. *Ахремчик О.Л., Базулев И.И.* *Вестник Тверского государственного технического университета.* 2018, № 1, с. 15-17. Рус.

Проводится анализ требований к сигналам аварийной и предупредительной сигнализации в системах управления технологическими процессами. Выделяются границы частотного диапазона для тональных звуковых сигналов.

18.03-01.515 Экспериментальное исследование акустических и технологических параметров машины замеса теста. *Заплетников И.Н., Гордиенко А.В., Пильненко А.К., Лукьянченко А.П.* *Noise Theory and Practice (Электронный ресурс).* 2018. 4, № 1, с. 30-34. Рус.

Трудоемкой операцией на предприятиях питания является приготовление теста, которое выполняется с помощью машин замеса теста. Эти машины широко применяются в кулинарных,

кондитерских, производственных цехах столовых, кафе, ресторанах, а, также специализированных цехах предприятий малого и среднего бизнеса. Недостатком в эксплуатации этих машин является повышенный уровень шума, превышающий допустимые санитарные нормы. Целью работы является определение шумовых характеристик (ШХ) тестомесильной машины в различных режимах работы, а также установление влияния технологических и кинематических факторов на её ШХ. Определение ШХ проводилось в реверберационной камере объемом 100 м³ шумомером «Ассистент» НТМ-Защита РФ по ГОСТ 51400-99 (ИСО 3743-1(2)-94). Использовалась машина PSP-800 KG-8 итальянского производства фирмы «Pasquini». Машина исследовалась на холостом и рабочих режимах. Установлено превышение нормы на 11 дБА на холостом и на 14 дБА при рабочем режиме. Для установления зависимости ШХ от технологических и кинематических параметров проведен планируемый эксперимент. Получены многофакторные модели, описывающие эти зависимости. Даны рекомендации по улучшению акустических параметров машины.

18.03-01.516 Исследования структурного и напряженно-деформированного состояния рельсов текущего производства методом акустоупругости. *Волкова Л.В., Платунов А.В., Булдакова И.В., Гуцина Л.В.* *Вестник Ижевского гос. техн. ун-та.* 2018. 21, № 2, <http://istu.ru/component/jdownloads/viewdownload/3/3128?Itemid=0>. Рус.

Представлены результаты экспериментальных измерений остаточных напряжений в элементах рельса, измеренных электромагнитно-акустическим структуроскопом СЭМА с использованием метода акустоупругости. Оценка внутренних напряжений произведена также в отдельных элементах рельса. Настройка чувствительности структуроскопа СЭМА и определение коэффициента акустоупругой связи выполнены в лабораторных условиях путем создания в отрезке рельса напряженного состояния одноосного сжатия в направлении продольной оси на испытательной машине Instron 300DX. Отмечена высокая чувствительность и достоверность измерений с погрешностью определения механических напряжений до 2 МПа и соответствие зарегистрированных структуроскопом механических напряжений нагрузке рельса, реализуемой на стенде. Остаточные напряжения, определяемые акустоупругим методом по измеряемой разнице времени пробега двух ортогонально поляризованных сдвиговых волн на участке от головки до подошвы и обратно, являются усредненными по сечению рельса и несут информацию о величине продольных напряжений в рельсе. Диапазон разброса измеренных в лаборатории остаточных напряжений в отрезках рельсов составил 49–67 МПа. С ростом сжимающей нагрузки происходит уменьшение скорости головной волны на всех измеряемых участках рельса. Для относительной оценки остаточных напряжений в отдельных элементах рельса выполнены измерения скорости распространения акустических волн по головке, шейке и подошве, показавшие, что остаточные напряжения в продольном направлении рельса, как правило, носят сжимающий характер для головки и растягивающий — для шейки.

18.03-01.517 Основные теоретические положения и практические разработки средств шумопоглощения для грузового автотранспорта. *Важитова С.М., Шаехова И.Ф.* *Вестник Казанского гос. техн. ун-та им. А. Н. Туполева.* 2017. 73, № 4, с. 30-37. Рус.

Акустика в медицинской практике

Ультразвук в медицинской диагностике. Сонография (УЗИ)

18.03-01.518 Теоретическое исследование кавитационного механизма возникновения артефакта мерцания при ультразвуковой визуализации почечных камней. *Полянский А.И., Сапожников О.А.* *Известия РАН. Серия физическая.* 2018. 82, № 1, с. 616-620. Рус.

Рассмотрен один из возможных механизмов артефакта мерцания — рассеяние зондирующих импульсов на газовых пузырьках, расположенных на поверхности камня. Построена численная модель для расчета ультразвуковых сигналов, возникающих в результате рассеяния диагностических УЗ-импульсов на почечном камне и на расположенных на его поверхности пузырьках. Моделирование проводится на основе уравнений эластоупругости, описывающих распространение возмущений малой амплитуды в твердой среде, и уравнения Нолтинга—Непайреса,

позволяющего рассчитать поведение радиуса газового пузырька и вычислить соответствующий рассеянный сигнал. Полученные результаты позволяют заключить, что кавитация газовых пузырьков действительно может быть причиной возникновения артефакта мерцания.

18.03-01.519 Новые методы и конструкции фокусирующих пьезопреобразователей для ультразвуковой диагностики и терапии. Швецова Н.А., Макарьев Д.И., Швецов И.А., Щербинин С.А., Рыбьянец А.Н. Известия РАН. Серия физическая. 2018. 82, № 3, с. 293-298. Рус.

Разработаны новые методы формирования HIFU-полей с использованием динамической фокусировки и гармонического многочастотного возбуждения для ультразвуковой диагностики и терапии. Разработаны и исследованы новые конструкции ультразвуковых преобразователей высокой интенсивности (HIFU) на основе высокоэффективных композиционных материалов. Выполнено конечно-элементное и конечно-разностное моделирование HIFU-преобразователей и процессов распространения ультразвуковых волн в биологических тканях. Проведены измерения параметров пьезокерамических материалов, пьезоэлементов и акустических полей фокусирующих ультразвуковых преобразователей. Выполнены эксперименты на биологических тканях *ex vivo*, подтверждающие эффективность, селективность и безопасность разработанных HIFU-преобразователей и методов формирования акустических полей.

18.03-01.520 Ультразвуковая сканер-приставка для мониторинга объема матки в послеродовом периоде. Зиганшин А.М., Уразбахтина Ю.О., Кулавский В.А., Никитин Н.И., Галиакберова З.Р. Вестник новых медицинских технологий: Теор. и науч.-практ. журн. 2018. 25, № 1, с. 156-161. Рус.

Основной причиной материнской смертности во всем мире по данным ВОЗ являются кровотечения. В мире ежедневно от кровотечения умирает в среднем 500 женщин, и в 50% случаев это связано гипотоническим кровотечением в послеродовом периоде. В статье авторами предлагается схема функциональная ультразвуковой сканер-приставки для автоматического, неинвазивного мониторинга объема матки в послеродовом периоде. В значительном количестве случаев это связано с отсутствием современных методов диагностики в раннем послеродовом периоде. Авторами подробно описана схема функциональная сканер-приставка, позволяющая мониторировать объем полости матки для диагностики тяжести кровопотери в послеродовом периоде. Сканер-приставка оснащена системой оповещения и обработки сигналов, позволяющей передавать информацию о состоянии пациенток в реальном масштабе времени по технологии Bluetooth, оповещать аудио-, видеосигналами медицинский персонал. Внедрение предлагаемой сканер-

приставки позволит своевременно диагностировать, оповестить персонал о необходимости своевременного начала мероприятий по остановке маточного кровотечения, что будет способствовать раннему началу лечебных мероприятий по профилактике маточного кровотечения в раннем послеродовом периоде, снизит частоту развития массивного кровотечения, тем самым материнскую смертность.

См. также **18.03-01.151, 18.03-01.474, 18.03-01.475**

Ультразвук в хирургии и терапии

18.03-01.521 Использование ультразвука для создания остронаправленного иммунитета. Буц В.А., Скибенко К.П. Биофизика. 2018. 63, № 3, с. 462-467. Рус.

Предлагается простой способ создания остронаправленного иммунитета. Показано, что под действием ультразвука малой и средней интенсивности имеется возможность сорвать антигены с поверхности клеток (поверхностные антигены). Найдено, что иммуногенность этих поверхностных антигенов не меньше, чем иммуногенность интактных клеток. Эти результаты дают возможность для создания специфического, остронаправленного иммунитета против тканей и клеток, с поверхности которых были получены поверхностные антигены, в частности, остронаправленного иммунитета против злокачественных опухолей.

18.03-01.522 Оценка воздействия амоксициллина на микробные клетки методом электроакустического анализа. Гулий О.И., Зайцев В.Д., Семёнов А.С., Ларионова О.С., Караваяева О.А., Бородин И.А. Биофизика. 2018. 63, № 3, с. 496-502. Рус.

Впервые на примере амоксициллина продемонстрирована возможность регистрации методом электроакустического анализа воздействия Р-лактамов препаратов на микробные клетки *Escherichia coli*. В качестве биологического датчика использовали пьезоэлектрический резонатор с поперечным электрическим полем, содержащий жидкостной контейнер емкостью порядка 1 мл. Установлено, что частотные зависимости реальной и мнимой частей электрического импеданса резонатора, нагруженного суспензией чувствительных клеток при добавлении антибиотика, значительно отличаются от зависимостей резонатора с контрольной суспензией микробных клеток без добавления амоксициллина. В случае суспензии устойчивых к антибиотиком клеток указанные зависимости практически не различаются. Представленные результаты демонстрируют перспективность использования методов электроакустического анализа для регистрации воздействия бета-лактамов антибиотиков на микробные клетки и оценки их антибактериальной активности.

См. также **18.03-01.519**

Физика

18.03-01.523 О дуализме времени. Ляпин А.И. Вестн. Белор.-Рос. ун-в. 2018, № 2, с. 73-78. Рус.

На основе анализа работ Аристотеля, Ньютона и Эйнштейна рассмотрены причины, вызывающие затруднение при формулировке определения времени. Показано, что кажущийся «дуализм» свойств времени связан не с самим временем, а с интерпретацией результатов его измерения. Сформулировано новое определение времени.

18.03-01.524 Решение задачи А. Эйнштейна о плотности материи во Вселенной. Васенин И.М., Гойко В.Л. Известия вузов. Физика. 2018. 61, № 3, с. 161-168. Рус.

На основе специальной теории относительности и решения Шварцшильда уравнений общей теории относительности получено обобщение уравнения А. Фридмана, А. Эйнштейна, У. де Ситтера для расширяющейся Вселенной. В результате исследований краевой задачи для этого уравнения найдено собственное значение задачи, связывающее плотность Вселенной в сопутствующих координатах, постоянную Хаббла и постоянную тяготения. Вычислена плотность материи во Вселенной,

совпадающая с данными наблюдений. Показано, что неизвестная «темная энергия» является релятивистской кинетической и потенциальной энергией расширяющейся Вселенной.

18.03-01.525 О плоских гравитационных волнах неметричности в аффинно-метрическом пространстве. Бабурова О.В., Маркова Н.В., Фролов В.Н., Хецева М.С. Известия вузов. Физика. 2018. 61, № 4, с. 179-180. Рус.

18.03-01.526 Поиски частиц темной материи на большом адронном коллайдере. Васалаев А.Е., Нарышкин Ю.Г. Научно-технич. ведомости Санкт-Петербургского гос. политехнич. ун-та. Физ.-мат. н. 2018. 11, № 1, с. 122-137. Рус.

Одним из перспективных направлений исследований на Большом адронном коллайдере (БАК) является поиск частиц темной материи. Несмотря на значительное число свидетельств о существовании такой материи, а также многочисленные эксперименты по ее поиску, природу этой субстанции до сих пор установить не удалось. Основная гипотеза заключается в том,

что темная материя состоит из слабо взаимодействующих массивных частиц. Коллайдерные эксперименты по поиску таких частиц наиболее чувствительны в случае спин-зависимых взаимодействий, а также для малых масс частиц темной материи для спин-независимых взаимодействий. В работе описаны стратегии поисков частиц темной материи на БАКе и представлены верхние пределы для сечений рождения частиц темной материи в сравнении с результатами других экспериментов; при этом использованы экспериментальные данные, полученные в 2015—2016 гг. экспериментами ATLAS и CMS. В заключение обсуждаются перспективы дальнейших поисков темной материи на БАКе.

18.03-01.527 Квантование плотности энергии в замкнутой Вселенной. Горобей Н.Н., Лукьяненко А.С. *Научно-технич. ведомости Санкт-Петербургского гос. политехнич. ун-та. Физ.-мат. н.* 2018. 11, № 1, с. 147-156. Рус.

Энергия замкнутой Вселенной представлена в виде разности двух положительно определенных величин, одна из которых включает энергию материи и энергию гравитационных волн на фоне расширяющейся Вселенной. Вторая величина связана с расширением Вселенной и названа энергией пространства. Суммарная энергия замкнутой Вселенной равна нулю в любой системе отсчета, если выполняются классические уравнения гравитационных связей. В квантовой теории сформулирован принцип минимума плотности энергии материи на пространстве состояний Вселенной при дополнительном условии, что гравитационные связи выполняются в среднем. Определяемые этим принципом состояния Вселенной отличаются степенью возбуждения материи и, согласно гравитационным связям, соответствующим возбуждением пространства. Состояние наименьшего возбуждения предложено рассматривать в качестве Начала Вселенной, а все множество решений — допустимыми физическими состояниями Вселенной в разные моменты космического времени.

18.03-01.528 Моделирование возрастной структуры и мобильности научных кадров. Зубарев А.П., Скуратов А.К., Реймер К., Чернова И.Н. *Мат. моделир.* 2018. 30, № 3, с. 67-82. Рус.

Методами математического моделирования показано, как демографическая ситуация в стране, международная миграция и увольнения влияют на возрастную структуру научных кадров. Проведены численные эксперименты на предложенной математической модели для российских и германских условий. Получены модельные решения для возрастной структуры и мобильности научных кадров. Проведен сравнительный анализ модельных решений с данными демографических наблюдений. Сделан прогноз изменения структуры, среднего возраста и количества исследователей в России до 2031 года.

18.03-01.529 Модель для исследования локализации заряженных частиц при наличии внешнего магнитного поля. Джумагулова К.Н., Рамазанов Т.С., Машеева Р.У., Донжо З., Калимолдаев М.Н. *Мат. моделир.* 2018. 30, № 3, с. 135-146. Рус.

Представлена математическая модель для исследования локализации сильно связанных заряженных частиц, помещенных во внешнее магнитное поле. На основе метода молекулярной динамики выполнено компьютерное моделирование системы заряженных частиц, взаимодействующих посредством экранированного кулоновского потенциала (потенциала Юкава), с наложением внешнего однородного магнитного поля. Для решения уравнений движения частиц использован скоростной алгоритм Верле. Построенная математическая модель включает в себя также уравнения для кейгеновых корреляционных функций, впервые записанных отдельно для случаев вдоль и поперек магнитного поля. На основе описанных в математической модели уравнений проведен детальный анализ влияния сильной связи и сильного магнитного поля на локализацию частиц вдоль и поперек магнитного поля. Также был сделан анализ изменения траекторий частиц с увеличением магнитного поля, построены фазовые портреты частиц. Все результаты получены в широком диапазоне изменения параметров системы (параметр связи, параметр магнитного поля, параметр экранировки).

18.03-01.530 Циклически сбалансированные траек-

тории в модели экономического роста с эндогенным переключением политики. Ахременко А.С., Петров А.П. *Мат. моделир.* 2018. 30, № 4, с. 3-20. Рус.

Стандартным математическим объектом изучения в моделях макроэкономической динамики являются сбалансированные траектории роста, при которых различные компоненты решения изменяются пропорционально и монотонно. Необходимым условием существования таких решений является постоянство параметров, характеризующих политику, в частности, налоговой ставки. В настоящей работе построена и исследована модель, в которой возможно переключение политик на основе экономического ретроспективного голосования. Именно модель допускает чередование двух партий во власти: если электорально значимый показатель снижается, то происходит смена правящей партии и изменение политики. Если впоследствии происходит обратная смена власти, то в системе возникает эндогенное чередование политик. В соответствии с этим вводится понятие циклически сбалансированных траекторий роста, т.е. немонотонных решений, пропорциональность компонент которых нарушается и восстанавливается на протяжении каждого политического цикла. Анализ проводится методами теории дифференциальных уравнений и с помощью вычислительных экспериментов.

18.03-01.531 Аппроксимация экспериментальных зависимостей, описывающих резкое изменение состояния объекта исследований. Маркочев В.М. *Мат. моделир.* 2018. 30, № 4, с. 73-83. Рус.

Предложена методика гладкой аппроксимации экспериментальных зависимостей с резкими переходами. Методика базируется на введенном операторе перехода с одной функции на другую. Этот оператор является гладким дифференцируемым аналогом известного оператора перехода *if*. Аппроксимация предусматривает две стадии. На первой стадии аппроксимируют экспериментальные зависимости до и после резкого перехода. На второй стадии используют оператор перехода между двумя аналитическими функциями, определенными на первой стадии. Гладкая функция в области перехода содержит две или три эмпирические постоянные. Одна из них определяет место перехода, другая — скорость перехода, третья — форму перехода. Методика продемонстрирована применительно к законам сопротивления, к вольт-амперным характеристикам туннельного диода и к прямоугольной функции. Показано, что отклонения аналитических значений от экспериментальных данных в области резких переходов лежат в пределах 5%.

18.03-01.532 Метод построения термических констант фазового равновесия многокомпонентных растворов. Колдоба Е.В. *Мат. моделир.* 2018. 30, № 4, с. 84-96. Рус.

Предложены новые аналитические формулы для констант фазового равновесия (K-values). Развитый теоретический подход учитывает влияние температуры, давления, состава и других факторов, влияющих на фазовое поведение реального флюида. Предложены простые модельные уравнения состояния и модельный потенциал Гиббса, которые хорошо описывают фазовое поведение растворов в некотором практически важном диапазоне давлений и температур. Модель содержит легко вычисляемые параметры. Подход позволяет построить термодинамически согласованную модель, удобную для численного моделирования двухфазной многокомпонентной фильтрации: сокращаются требуемые вычислительные ресурсы, повышается надежность расчетов.

18.03-01.533 Монте-Карло модель эксперимента по измерению времени жизни нейтрона. Фомин А.К., Серебров А.П. *Мат. моделир.* 2018. 30, № 4, с. 139-149. Рус.

Разработана Монте-Карло модель эксперимента по измерению времени жизни нейтрона методом хранения ультрахолодных нейтронов в материальной ловушке. Рассчитывается траектория каждого нейтрона с учетом гравитации. В модели полностью воспроизведены все стадии эксперимента. Для набора необходимой статистики расчеты проводились на компьютерном кластере. В результате расчетов получено совпадение расчетной и экспериментальной зависимости счета детектора от времени и определена систематическая неопределенность, свя-

занная с методом вычисления эффективной частоты соударений ультрахолодных нейтронов в ловушке. Моделирование всех деталей этого эксперимента является исключительно важным для обоснования достигнутой точности и доказательства отсутствия систематических ошибок.

18.03-01.534 Взрыв Сверхновой 1A типа и происхождение киральной асимметрии сахаров в биологических системах. Гусев Г.А., Гусева З.Г. *Кратк. сообщ. по физ. ФИАН.* 2018. 45, № 5, с. 24-29. Рус.

Показано, что в космическом сценарии предбиологического этапа происхождения жизни в части появления затравки киральной асимметрии сахаров и их предшественников циркулярно поляризованный ультрафиолет от позитронов, порождаемых при распаде радиоактивного кобальта ^{56}Co , возникающего при взрыве Сверхновой 1a типа, является самым мощным астрофизическим источником кирального воздействия. Приведены аргументы в пользу того, что роль сахаров (рибозы) в происхождении жизни является главной по сравнению с аминокислотами. Свойства ядерных сил однозначно определяют наблюдаемый на Земле знак киральной асимметрии биосферы: сильное доминирование (киральная чистота) левых аминокислот и правых сахаров.

18.03-01.535 Как А.А. Рухадзе исправил ошибку в "Механике" Ландау—Лифшица. Петров А.М. *Инженерная физика.* 2018, № 5, с. 4-12. Рус.

Проводя исследования в авангардных направлениях науки, ученые не всегда уделяют внимание проверке прочности и укреплению методологических основ своей деятельности, сформировавшихся в условиях более простого опыта и более ограниченных возможностей прошлой научной практики.

18.03-01.536 Решение проблемы физической природы шаровой молнии и важная роль А.А. Рухадзе при его реализации. Бориев И.А. *Инженерная физика.* 2018, № 6, с. 3-11. Рус.

Недавно, при активной поддержке А.А. Рухадзе, в журнале «Прикладная физика и математика» (2017, №5) была опубликована моя статья, в которой показано, что понимание физической природы шаровой молнии (ШМ) в виде сгустка большого числа позитронов впервые дает объяснение всем наблюдаемым свойствам ШМ. В этой статье с названием «Физические процессы в атмосфере в сильных полях мощных электрических разрядов линейных молний: обоснование позитронной природы шаровой молнии» изложенное обоснование исходит из факта эффективного образования позитронов в воздухе при разряде линейных молний в процессе рождения электрон-позитронных пар. Учет существования темной материи (ТМ), заполняющей все пространство, означает, что электрон и позитрон образуются именно из ТМ и представляют собой противоположно вращающиеся (согласно их спинам) материальные вихри. При этом электрическое поле таких «зарядов» следует рассматривать как воздействие их вращения на окружающую ТМ в согласии с представлениями гидродинамики сплошных сред. Это позволяет обосновать слияние в общий сгусток позитронов, которые локально и одновременно рождены из всей близлежащей ТМ и потому не способны расталкиваться из-за отсутствия около них ТМ (в этот момент). В работе отмечены важные этапы моего взаимодействия с А.А. Рухадзе за прошедшие 10 лет в обмене письмами и на семи наразах, что способствовало решению загадки ШМ и опубликованию указанной статьи. Также приведены данные, подтверждающие суть электрического взаимодействия «заряженных» частиц (вихрей) как просто следствие вызванного их вращением упорядоченного (кругового) движения в окружающей их среде, т.е. в ТМ. Та кой результат, установленный при обосновании позитронной природы ШМ, свидетельствует о начале новой физики, появлению которой способствовал А.А. Рухадзе своим содействием при решении этой физической проблемы.

18.03-01.537 Причина тяготения атомных ядер, создающего тяготение физических тел. Бялоцкий В.Ф. *Инженерная физика.* 2018, № 6, с. 24-28. Рус.

При выяснении причины тяготения атомных ядер учтены особенности среды, находящейся между ними. Согласно анализу ее свойств, она имеет волокнистую структуру, образован-

ную извивающимися волокнами. Из-за волокнистой структуры происходит импульсивное действие этой среды на атомные ядра, заставляющее их дрожать, непрерывно трястись. Совершая тряску, атомные ядра, действуя на окружающую волокнистую среду, понижают плотность ее энергии во круг них и особенно в пространстве между ними. Из-за такого неравномерного понижения атомными ядрами плотности энергии волокнистой среды возникают силы, толкающие атомные ядра друг к другу. Приведен расчет тяготения атомных ядер, возникающего из-за действия толкающих сил. Согласно расчету, сила, толкающая атомные ядра друг к другу, пропорциональна произведению их объемов. При умножении объемов атомных ядер на их плотность получается уравнение, согласующееся с законом тяготения физических тел, установленным Ньютоном.

18.03-01.538 Прогнозирование развития теплового переноса в гладкой трубе. Prediction of heat transfer development in a smooth tube. Sahel D., Ameur H., Benzeguï R., Kamla Y. *Инженерно-физический журнал.* 2018. 91, № 3, с. 728-733. Англ.

The heat transfer characteristics in a smooth tube are studied. Based on the available experimental data, a new correlation is proposed to predict the heat transfer coefficients inside tubes of different lengths. The predicted results show that for a range of L/D from 26.31 to 58.14, the heat transfer coefficient may be reduced by 20.56% and increased by 13.31% at the beginning and at the end of this range, respectively. The results obtained from the proposed correlation are compared with other analytical and experimental data, and satisfactory agreement is found.

18.03-01.539 Мощный релятивистский гиротрон миллиметрового диапазона длин волн на второй циклотронной гармонике. Завольский Н.А., Иляков Е.В., Калынов Ю.К., Кулагин И.С., Мануилов В.Н., Шевченко А.С. *Известия вузов. Радиофизика.* 2018. 61, № 1, с. 44-52. Рус.

Приводятся результаты теоретических и экспериментальных исследований, направленных на разработку импульсных гиротронов на релятивистских электронных пучках для диапазона миллиметровых длин волн с сохранением мультимегаваттного уровня мощности. Использование взаимодействия на второй гармонике гирочастоты, для которого свойственны достаточно высокая эффективность и доступность решения проблемы селекции мод, позволяет увеличить частоту генерации вдвое без повышения индукции магнитного поля. В соответствующем эксперименте получена мощность выходного излучения свыше 2 МВт и коэффициент полезного действия около 30% на длине волны 5,5 мм.

18.03-01.540 Рассеяние электромагнитной волны на тонком цилиндре из идеального проводника и магнитодиэлектрика. Дмитренко А.Г., Полин Е.П. *Известия вузов. Радиофизика.* 2018. 61, № 1, с. 53-63. Рус.

Методом вспомогательных источников решена задача рассеяния электромагнитного излучения на тонком цилиндре из идеального проводника и магнитодиэлектрика. Приведены некоторые результаты численных расчётов, характеризующие влияние диэлектрической проницаемости и длины магнитодиэлектрической части цилиндра на его сечение рассеяния.

18.03-01.541 Экспериментальные исследования рассеивающих свойств рупорных антенн свч-квч диапазонов с помощью метода инверсного апертурного синтеза. Белов Ю.И., Варенцов Е.Л., Илларионов И.А. *Известия вузов. Радиофизика.* 2018. 61, № 1, с. 64-75. Рус.

Использован метод двухмерного инверсного апертурного синтеза для экспериментального исследования радиоизображений, формируемых рупорными антеннами диапазонов сверхвысоких (СВЧ) и крайне высоких (КВЧ) частот. Радиоизображения с разрешением порядка длины волны, соответствующей центру рабочего частотного диапазона исследованных рупоров, позволяют наглядно описывать механизмы их структурного рассеяния и численно оценивать их вклад в радиоизображение.

18.03-01.542 Поляризация вакуума в пространстве—времени многомерной космической струны. Грац Ю.В., Спириин П.А. *Ученые записки физического ф-та МГУ.* 2018,

№ 3, с. 1830102. Рус.

Методами теории возмущений получено выражение для функции Грина безмассового скалярного поля $\Phi(x)$ в пространстве—времени, представляющем собой тензорное произведение $(d-2)$ -мерного пространства Минковского и двумерного конического пространства. При $d > 4$ это пространство рассматривается как простейшая модель многомерной космической струны с $(d-3)$ плоскими дополнительными измерениями. В низшем порядке теории возмущений по угловому дефициту вычислены перенормированные вакуумные средние $\langle \Phi^2(x) \rangle_{ren}$ и $\langle T_{MN}(x) \rangle_{ren}$, справедливые для произвольных $d \geq 3$ и константы связи Φ скалярного поля с кривизной пространства—времени. Исправлены опубликованные ранее результаты для соответствующих вакуумных средних в случае четырехмерного пространства—времени прямолинейной бесконечно тонкой космической струны.

18.03-01.543 Унос массы и световая кривая крупного метеороида. аналитическое решение. *Брыкина И.Г., Турский Г.А. Прикл. мат. и мех.* 2017. 81, № 5, с. 571-592. Рус.

Рассматривается взаимодействие с атмосферой Земли крупного метеороида, когда он движется как единое тело и как облако фрагментов с единой ударной волной. С использованием литературных данных получено выражение для коэффициента радиационной теплопередачи на единицу площади миделева сечения метеороида, моделируемого сплюснутым сфероидом, в зависимости от его скорости, размера, плотности атмосферы и коэффициента сплюсывания. Проведена оценка областей преобладающего влияния конвективных и радиационных потоков. Получено выражение для коэффициента лобового сопротивления сфероида. В предположении, что масса метеороида убывает быстрее, чем его скорость, найдены аналитические решения уравнений физической теории метеоров с полученными коэффициентами для уноса массы М метеороида, имеющего форму сфероида, профиля световой кривой и высоты достижения максимума этой кривой. Предложена модель фрагментации метеороида, рассматривающая его как облако фрагментов с промежутками между ними, заполненными парами, расширяющееся в поперечном направлении и сжимающееся в продольном со скоростью, зависящей от степени расширения. С использованием этой модели и найденных аналитических решений рассмотрено взаимодействие с атмосферой Челябинского метеороида. Показано хорошее согласование полученного решения для профиля световой кривой с наблюдательными данными — световыми кривыми, построенными по разным видеозаписям, до высоты 27 км.

18.03-01.544 «Слабые» измерения и сверхсветовая коммуникация. *Белицкий А.В., Жуковский А.К. Вестник МГУ. Серия 3: Физика. Астрономия.* 2016, № 5, с. 21-25. Рус.

Предложен вариант эксперимента с коррелированной парой частиц в запутанном (entangled) состоянии, который показывает, что в случае слабых и/или невозмущающих измерений одной из частиц можно осуществить передачу информации со скоростью, не ограниченной световой.

18.03-01.545 Моделирование опасности одиночных сбоев от космических частиц для памяти с коррекцией ошибок. *Подзолко М.В. Вестник МГУ. Серия 3: Физика. Астрономия.* 2017, № 6, с. 99-106. Рус.

Моделируется опасность одиночных сбоев от космических частиц для компьютерной памяти с коррекцией ошибок на борту космических аппаратов. Дано краткое описание существующих механизмов обнаружения и коррекции ошибок в памяти. Приведены формулы для расчета вероятности возникновения более одной, двух и т. д. ошибок хотя бы в одном блоке памяти. Рассчитаны значения вероятности "неисправляемых" сбоев для некоторых микросхем для конкретных условий полета КА.

18.03-01.546 Корабельные и судовые средства электропитания. *Александров В.А., Басов В.В., Никитин К.К. Гидроакустика.* 2016, № 26, с. 94-103. Рус.

Рассмотрены перспективы развития элементов корабельных средств электропитания. Проведен анализ тенденций и оценка перспектив развития ключевых преобразователей напряже-

ния. Полученные результаты могут быть учтены при разработке средств электропитания нового поколения.

18.03-01.547 Сравнительная оценка надежности партий полупроводниковых изделий с использованием электростатических разрядов. *Горлов М.И., Строгонов А.В., Винокуров А.А. Дефектоскопия.* 2018, № 6, с. 53-59. Рус.

18.03-01.548 Инерционные колебания и преобразование Галилея. *Коротаев Г.К. Известия РАН. Физика атмосферы и океана.* 2018. 54, № 2, с. 227-231. Рус.

Найдено общее решение уравнений мелкой воды на f -плоскости, описывающее возбуждение инерционных колебаний импульсным воздействием ветра на фоне произвольно меняющихся во времени и по пространству течений однородной жидкости. Показано, что существование столь полного решения уравнений мелкой воды на f -плоскости связано с инвариантностью этих уравнений относительно преобразования, обобщающего преобразование Галилея. Построены примеры годографов скорости инерционных колебаний, развивающихся на фоне узкой струи, объясняющие наблюдаемое разнообразие их форм.

18.03-01.549 Разноцветные планеты, хвост кометы и "ядерная зима". *Гинзбург А.С. Известия РАН. Физика атмосферы и океана.* 2018. 54, № 3, с. 310-320. Рус.

После полета в 1967 г. автоматической межпланетной станции (АМС) "Венера-4" исследование планетных атмосфер стало одним из важных направлений научной деятельности в Институте физики атмосферы АН СССР (ИФА). Целью полета АМС "Венера-4" была доставка спускаемого аппарата в атмосферу планеты Венера и изучение физических параметров и химического состава атмосферы. Сотрудниками ИФА было опубликовано несколько работ, посвященных анализу этих измерений, часть из которых написаны с непосредственным участием А.М. Обухова. Анализ измерений свойств поверхности и атмосферы Марса, выполненных с помощью АМС "Марс-2", "Марс-3" и "Маринер-9" в ноябре—декабре 1971 г., положил начало целому циклу работ по исследованию атмосферных эффектов пылевых бурь на Марсе. В свою очередь, исследования атмосфер планет земной группы позволили сотрудникам ИФА создать простую модель феномена "ядерной зимы" — долговременного похолодания в случае возникновения вызванных ядерными взрывами массовых пожаров. А.М. Обухов активно интересовался этой тематикой и участвовал в публикации обзорных статей о возможных атмосферных и климатических последствиях ядерной войны. Еще одна публикация А.М. Обухова с соавторами посвящена теоретическому обоснованию возможной причины разрыва хвоста кометы Галлея, который наблюдался в январе 1986 г. Данная статья содержит краткий обзор работ сотрудников ИФА в области исследования Солнечной системы и возможных последствий ядерного конфликта, опубликованных в 1960—1980-х гг. прошлого века — при жизни А.М. Обухова.

18.03-01.550 О структуре интенсивной стоячей гравитационной волны. *Кириллов А.А., Монтани Дж., Савелова Е.П. Письма в ЖЭТФ.* 2018. 107, № 6, с. 349-352. Рус.

Рассмотрена однородная времениподобная модель Бианки-VIII. Для данной модели получен новый класс сингулярных решений вакуумных уравнений Эйнштейна, которые описывают интенсивную стоячую гравитационную волну.

18.03-01.551 Поиск на БПСТ электронных нейтрино от гравитационно-волновых событий. *Петков В.В., Новосельцева Р.В., Болиев М.М., Дзепарова И.М., Кочаров М.М., Куреня А.Н., Новосельцев Ю.Ф., Стриганов П.С., Янин А.Ф. Письма в ЖЭТФ.* 2018. 107, № 7, с. 418-421. Рус.

По данным Баксанского подземного скинтилляционного телескопа (БПСТ) проведен поиск электронных нейтрино и антинейтрино с энергией выше 21 МэВ в совпадении с гравитационно-волновыми событиями GW150914, GW151226, GW170104, GW170608, GW170814 и GW170817. В интервале ± 500 с от гравитационно-волновых событий нейтринных сигналов на БПСТ обнаружено не было. Получены ограничения на потоки электронных нейтрино и антинейтрино низкой энергии от астрофизических источников гравитационных всплесков.

Астрономия

18.03-01.552 Солнечные космические лучи: 75 лет исследований. *Мирошниченко Л.И. УФН.* 2018. 188, № 4, с. 345-376. Рус.

28 февраля 2017 г. исполнилось 75 лет с момента первой уверенной регистрации солнечных космических лучей (СКЛ), т.е. ускоренных солнечных частиц с энергией от 10^6 эВ до $\sim 10^{10}$ – 10^{11} эВ. Суммированы основные данные и обобщены результаты, накопленные за весь период наблюдений и теоретических исследований СКЛ. Кратко описаны история открытия, методы и аппаратура для регистрации СКЛ. Более подробно обсуждаются некоторые физические, методические и прикладные аспекты, связанные с генерацией СКЛ. Особое внимание уделено механизмам ускорения заряженных частиц на Солнце или вблизи него. Приведены современные представления о процессах взаимодействия СКЛ с атмосферой Солнца, особенностях их переноса в межпланетном магнитном поле, о движении в магнитосфере Земли и воздействии на земную атмосферу. Показано, что в этой области космофизики получены фундаментальные результаты, представляющие большой интерес для астрофизики, солнечно-земной физики, геофизики и практической космонавтики.

18.03-01.553 Радиопульсары — уже пятьдесят лет! *Бескин В.С. УФН.* 2018. 188, № 4, с. 377-408. Рус.

Прошло уже 50 лет после открытия радиопульсаров, однако наше понимание природы активности этих удивительных объектов нельзя назвать удовлетворительным. Несмотря на значительный прогресс, достигнутый в понимании основных свойств радиопульсаров, согласия в отношении таких ключевых вопросов, как природа когерентного радиоизлучения или же механизм преобразования электромагнитной энергии пульсарного ветра в энергию частиц, пока нет. Представлена попытка изложить основные результаты, полученные в области теории магнитосферы нейтронных звезд. Кроме того, сформулированы, казалось бы, достаточно простые вопросы, остающиеся, однако, открытыми фактически с самого начала исследования радиопульсаров. Без их решения, похоже, никакое движение вперед невозможно.

18.03-01.554 Антигравитация во Вселенной. *Новиков И.Д. УФН.* 2018. 188, № 7, с. 773-777. Рус.

Рассматриваются вопросы, связанные с изучением влияния давления на гравитационное взаимодействие материи. Показано, что часто используемое утверждение о том, что согласно общей теории относительности тяготение создаётся не только плотностью массы ρ , но и давлением p в комбинации $\rho + 3p/c^2$, неверно. Рассмотрены реальное влияние давления на гравитацию и связанные вопросы.

18.03-01.555 Метод построения аналитической теории вращательного движения Луны. основные закономерности в ее движении. *Баркин М.Ю. Машиностроение и компьютерные технологии.* 2018, № 3, с. 1-19. Рус.

Работа посвящена важной прикладной задаче по построению высокоточной аналитической теории вращательного движения Луны. Большое внимание уделяется механической стороне рассматриваемых вопросов. В работе дано описание и обоснование как основных закономерностей в движении Луны так и ряда новых механических явлений, сопровождающих вращение Луны. Дано обоснование законам Кассини при полном учете свойств орбитального движения Луны, описываемых теорией ILE (Improved Lunar Ephemeris). Наиболее полно и с учетом всех возмущающих факторов задачи описаны постоянные смещения векторов кинетического момента вращательного движения Луны и ее угловой скорости в кассиневой системе координат и в системе осей инерции Луны. Отмечена интересная особенность возмущений первого порядка во вращении Луны. Найдена структура общего решения рассматриваемой задачи о вращении Луны. Изучено влияние вековых орбитальных возмущений на вращение Луны.

18.03-01.556 Исследование Солнца учеными крымской астрофизической обсерватории ан ссср: экспери-

мент ОСТ-1. *Адамень Ф.Ф., Щербина А.Д. Вопросы истории естествознания и техники.* 2018. 39, № 2, с. 225-239. Рус.

На основе историко-научного анализа освещены этапы и ключевые моменты научно-исследовательской работы ученых Крымской астрофизической обсерватории, которая осуществлялась в рамках эксперимента ОСТ-1 на космической станции «Салют-4». Указаны особенности работы солнечного телескопа для получения стигматичных ультрафиолетовых спектров от избранных участков солнечной поверхности, предназначенного для исследований в широком спектральном интервале от вакуумного ультрафиолета до инфракрасной области. Освещены достижения ученых КрАО АН СССР в рамках данного проекта, в частности, успешное проведение экспериментов по нанесению новых отражающих слоев на оба зеркала телескопа. Определен вклад сотрудников исследовательского учреждения в развитие советской космической программы.

18.03-01.557 Оценка крутизны склонов в местах посадки ка Луна-Глоб по доле тени на снимках LROC NAC. *Красильников С.С., Базилевский А.Т., Иванов М.А., Абдрахимов А.М., Кожанов А.А. Астрономический вестник.* 2018. 52, № 2, с. 99-109. Рус.

Представлена оценка вероятности встречи склонов с крутизной поверхности опасной для посадки спускаемого аппарата Луна-Глоб (Луна-25) на базе ширины опор (~ 3.5 м) для пяти вероятных посадочных эллипсов. Как правило, в таких случаях применяются цифровые модели рельефа, составленные по стереопарам снимков с высоким разрешением (в данном случае снимков LROC NAC). Однако планируемые районы посадки располагаются на высоких широтах (67 – 74° ю.ш.), что делает невозможным создание цифровых моделей рельефа из-за недостаточной на этих широтах разности углов съёмки перекрывающихся изображений. Поэтому для оценки крутизны склонов был использован анализ соотношения доли площади тени на снимке и угла Солнца над горизонтом, при котором был получен данный снимок. Для пяти предполагаемых эллипсов посадки были проанализированы снимки LROC NAC (всего 175 снимков) с разрешением от 0.4 до 1.2 м/пикс. По результатам измерений для каждого эллипса была построена зависимость, описывающая отношение площади тени от угла Солнца. Полученные результаты были переведены в вероятность встречи склонов различной крутизны с использованием данных по району посадки КА Apollo-16, для которого есть как снимки LROC NAC, так и высокоточная цифровая модель рельефа. В результате были получены оценки вероятности встречи склонов различной крутизны на базе 3.5 м для пяти эллипсов посадки по следующему классам: <7 , 7 – 10 , 10 – 15 , 15 – 20 и $>20^\circ$.

18.03-01.558 Обобщенная калибровка шкалы поляриметрических альbedo астероидов. *Лурицко Д.Ф. Астрономический вестник.* 2018. 52, № 2, с. 110-127. Рус.

К настоящему времени опубликовано шесть различных калибровок шкалы поляриметрических альbedo астероидов. Каждая из них имеет свои случайные и систематические погрешности и дает свои значения геометрических альbedo, что, с одной стороны, затрудняет их анализ и сравнение между собой, а с другой, становится все труднее определить, какой из предложенных калибровок нужно пользоваться. Кроме того, в последние годы появились новые базы данных по альbedo астероидов, полученные из радиометрических обзоров неба с помощью орбитальной космической техники (IRAS, AKARI, WISE, NEOWISE), а также значительно пополнилась база данных по диаметрам и альbedo астероидов, полученным из наблюдений покрытиях ими звезд. В статье сделан критический обзор существующих калибровок и предложена новая обобщенная калибровка по соотношениям «наклон h -альbedo» и « P_{min} -альbedo», которая базируется на использовании всех имеющихся рядов альbedo астероидов и наиболее полных данных об их параметрах поляризации. Ее применение дает поляриметрические альbedo астероидов в единой системе с радиометрическими и с альbedo из наблюдений покрытий астероидами звезд, что, в свою

очередь, устраняет трудности их сравнения, совместного анализа и др.

18.03-01.559 Суточный температурный режим поверхностного слоя реголита на Фобосе в районе равнины Лагадо в разные сезоны: модельные предсказания. Кузьмин Р. О., Забалуева Е. В. *Астрономический вестник*. 2018. 52, № 2, с. 128-135. Рус.

Предлагаемая публикация содержит информацию о теплофизических свойствах поверхностного реголита марсианского спутника Фобоса, полученную по результатам дистанционного зондирования с космических аппаратов (ОА Mariner-9, ОА Viking, КА Фобос-2 и ОА Mars-Global-Surveyor), и результаты численного моделирования теплового режима поверхностного реголита (в масштабах суточного и сезонного времени), проведенного для потенциального района посадки на равнине Лагадо, расположенной на обращенном от Марса полушарии Фобоса.

18.03-01.560 Фигура равновесия спутника Сатурна Япета и происхождение экваториальной горной гряды на его поверхности. Кондратьев Б. П. *Астрономический вестник*. 2018. 52, № 2, с. 136-141. Рус.

Изучается строение, динамическое равновесие и эволюция спутника Сатурна Япета. Показано, что в данную эпоху сжатие спутника не соответствует его угловой скорости вращения, из-за чего ледяная оболочка Япета находится в режиме вековой сферизации. Для изучения этой эволюции к Япету применяется сферидальная модель «каменное ядро+ледяная оболочка» с внешней поверхностью В основу модели положено уравнение равновесия в конечных разностях из теории Клеро, причем параметры модели берутся из наблюдений. Найдены средний радиус каменного ядра и сжатие его уровня поверхности Установлено, что Япет обладает мощной ледяной оболочкой, толщина которой составляет от среднего радиуса фигуры. Мы изучаем роль ядра в задаче эволюции формы гравитирующей фигуры. Установлено, что каменное ядро играет ключевую роль в процессе оседания масс льда экваториального балджа, что приводит в итоге к образованию на поверхности спутника мощной кольцевой экваториальной горной гряды. По известной средней высоте этого ледяного хребта найдено, что в эпоху его создания период вращения Япета был в 166 раз короче нынешнего и составлял всего Это согласуется с тем, что движущим механизмом эволюции спутника в нашей модели явилось сильное замедление его вращения. Модель предсказывает также, что образование ледяного горного хребта должно быть более интенсивным на ведущем (темном, и поэтому более теплом) полушарии спутника, где лед более пластичен. Этот вывод согласуется с наблюдениями: действительно, на ведущем полушарии Япета горный хребет всюду высокий и непрерывный, а на более холодном противоположном полушарии он вырождается в отдельные ледяные пики.

18.03-01.561 Численное моделирование возмущений в ионосфере, генерируемых при падении Челябинского и Тунгусского космических тел. Шувалов В. В., Хазинс В. М. *Астрономический вестник*. 2018. 52, № 2, с. 142-151. Рус.

Проведено численное моделирование атмосферных возмущений в течение первых часов после падения Челябинского и Тунгусского космических тел. Результаты подробных расчетов, включающих стадии разрушения, испарения и торможения космического тела, генерацию атмосферных возмущений и их распространение на расстояния в тысячи километров, сравнивались с результатами сферических взрывов с энергией, равной кинетической энергии метеороидов. Показано, что в случае падения Челябинского метеороида взрывная аналогия дает приемлемые размеры возмущенной области и амплитуды возмущений. При более мощном Тунгусском падении возникающее атмосферное течение сильно отличается от взрывного, возникает атмосферный плум, который выбрасывает вещество из метеороидного следа на высоты порядка тысячи километров.

18.03-01.562 Нагрев выбросов из метеороидного кратера возмущенной атмосферой. Кузьмичева М. Ю. *Астрономический вестник*. 2018. 52, № 2, с. 152-159. Рус.

Методами численного моделирования исследуется тепловая

эволюция выбросов из метеороидного кратера при взаимодействии с возмущенной атмосферой в первые несколько минут после удара. Изучена роль процессов излучения воздуха, столкновения молекул воздуха с поверхностью тела и перенос тепла вглубь в теплообмене выбросов, показана возможность дополнительного нагрева по сравнению с нагревом в момент удара, оказывающая влияние на их геохимические и палеомагнитные свойства.

18.03-01.563 Точки квазикасания на орбитах малого тела и планеты при низкоскоростном сближении. Емельяненко Н. Ю. *Астрономический вестник*. 2018. 52, № 2, с. 160-167. Рус.

Предложен способ выделения низкоскоростного сближения малого тела с планетой в эволюции элементов орбит. Определяются полярные орбитальные координаты точки квазикасания на орбите малого тела. Определяются прямоугольные гелиоцентрические координаты точки квазикасания на орбите планеты. Приводится алгоритм поиска низкоскоростных сближений в эволюции элементов орбит малых тел. Рассматривается пример низкоскоростного сближения кометы 39/P (Отерма) с Юпитером.

18.03-01.564 Орбитальная эволюция пылевых частиц в области сублимации пыли около Солнца. Шестакова Л. И., Демченко Б. И. *Астрономический вестник*. 2018. 52, № 2, с. 168-182. Рус.

Проведены расчеты орбитальной эволюции пылевых частиц из вулканического стекла (р-обсидиана), базальта, астросиликата, оливина, пироксена в области сублимации около Солнца. Темп сублимации (испарения) задается температурой нагрева пылевых частиц в зависимости от радиусов пылинок, материала, из которого они состоят, и расстояния до Солнца. Все практически важные параметры, характеризующие взаимодействие сферических пылевых частиц с излучением, рассчитаны по теории Ми. Учитывалось также влияние давления излучения и солнечного ветра, а также эффектов торможения Пойнтинга—Робертсона на динамику пыли. Согласно наблюдениям (Шестакова, Демченко, 2016) граница беспылевой зоны для стандартных частиц зодиакального облака находится на расстоянии 7.0—7.6 солнечных радиусов, для кометных частиц 9.1—9.2 солнечных радиуса. Наилучшее согласие с наблюдениями получено для частиц базальта и некоторых видов оливина, пироксена и вулканического стекла.

18.03-01.565 Влияние звездного ветра и Пойнтинга—Робертсона торможения на гравитационную эллиптическую задачу трех тел. Effect of stellar wind and Poynting—Robertson drag on photogravitational elliptic restricted three body problem. Chakraborty A., Narayan A. *Астрономический вестник*. 2018. 52, № 2, с. 183. Англ.

The existence and linear stability of the planar equilibrium points for photogravitational elliptical restricted three body problem is investigated in this paper. Assuming that the primaries, one of which is radiating are rotating in an elliptical orbit around their common center of mass. The effect of the radiation pressure, forces due to stellar wind and Poynting Robertson drag on the dust particles are considered. The location of the φ equilibrium points are found using analytical methods. It is observed that the collinear equilibrium points L1, L2 and L3 do not lie on the line joining the primaries but are shifted along the y -coordinate. The instability of the libration points due to the presence of the drag forces is demonstrated by Lyapunov's first method of stability.

18.03-01.566 Подковообразные структуры в остаточных дисках двойных звезд с планетами. Демидова Т. В. *Астрономический вестник*. 2018. 52, № 2, с. 184-192. Рус.

Формирование планетной системы из вещества протопланетного диска ведет к разрушению самого диска, однако остаточный диск может сохраняться в виде астероидов и кометного вещества. Движение планет может приводить к формированию коорбитальных структур из вещества остаточного диска. Предыдущие расчеты показали, что устойчивость подобной кольцеобразной структуры выше, если в центре системы двойная, а не одиночная звезда. Для анализа свойств коорбитальной структуры рассчитана сетка моделей систем двойных звезд с циркумбинарной планетой, движущейся в планетезимальном

диске. При расчетах рассматриваются круговые орбиты звезд и планеты, при этом масса и положение планеты, а также соотношение масс звезд варьируется. Анализ моделей показывает, что ширина коорбитального кольца и его устойчивость существенным образом зависят от начальных параметров задачи. Также получены эмпирические зависимости ширины коорбитальной структуры от параметров системы и определены параметры моделей с наиболее устойчивыми коорбитальными структурами. Результаты данного исследования могут быть использованы для поиска планет вблизи двойных звезд с остаточными дисками.

18.03-01.567 Высыпания магнитосферных электронов по измерениям в стратосфере и условия в межпланетной среде в 22—24 циклах солнечной активности. Базилевская Г.А., Калинин М.С., Крайнев М.Б., Маамутов В.С., Новакова А.Р., Свирижевская А.К., Свирижевский Н.С., Стожков Ю.И., Гвоздевский В.В. *Астрономический вестник*. 2018. 52, № 3, с. 195-200. Рус.

Высыпания высокоэнергичных электронов в атмосферу являются следствием воздействия на магнитосферу возмущений межпланетной среды. Электроны, захваченные из межпланетного пространства, взаимодействуют в магнитосфере с волнами, в результате чего происходят как ускорение, так и потери энергии электронов. Часть высокоэнергичных электронов высыпается в атмосферу, где генерирует тормозное рентгеновское излучение, которое может проникать вглубь атмосферы до высот порядка 20 км. Текущий 11-летний цикл отличается слабой солнечной активностью и малым числом высыпаний. В работе обсуждаются корреляции параметров межпланетной среды и магнитосферы с числом высыпаний, зарегистрированных с 1987 г. по настоящее время в ходе регулярных измерений в Мурманской области ионизирующего излучения в атмосфере.

18.03-01.568 Излучение суперболида. Светцов В.В., Шувалов В.В., Попова О.П. *Астрономический вестник*. 2018. 52, № 3, с. 201-212. Рус.

Проведено численное моделирование разрушения, испарения, торможения и излучения Челябинского суперболида. В модели предполагается, что основная энергия излучается на стадии, когда астероид уже полностью разрушен и не имеет прочности (квазизидкостное приближение). Перенос излучения в процессе движения учитывается в приближении лучистой теплопроводности и объемного высвечивания. Получены распределения температур и плотностей в моменты, когда болид находится на различных высотах. В отдельные моменты времени проводится вычисление интенсивности излучения на поверхности Земли путем решения уравнения переноса излучения вдоль лучей, проходящих через светящуюся область, с использованием коэффициентов поглощения воздуха и паров LL-хондрита. Рассматриваются особенности излучения суперболида, вклад воздуха и паров в излучение, размер светящейся области, спектр излучения. Вычисленная эффективность излучения, равная 17% от кинетической энергии космического тела, согласуется с результатами наблюдений. Показано, что вследствие анизотропности излучения суперболида определение эффективности излучения по измерениям может зависеть от точки наблюдения. Для приближенных оценок возможно применение аппроксимации точечного источника, но в общем случае неизвестна эффективность излучения источника, а его расположение определяется с некоторой погрешностью, поэтому для надежной оценки последствий падений космических тел требуется применение численного моделирования.

18.03-01.569 Параметры акустических сигналов, сгенерированных атмосферным взрывом метеороида над Румынией 7 января 2015 г. Черногор Л.Ф. *Астрономический вестник*. 2018. 52, № 3, с. 213-230. Рус.

Проведен системный спектральный анализ временных вариаций уровня акустических сигналов, зарегистрированных на ряде европейских инфразвуковых станций. Найден преобладающий период, которые изменялись в пределах 3—5 с. Вычислены начальная кинетическая и акустическая энергии Румынского метеороида и параметры инфразвука: скорость прихода (280 м/с), акустическая эффективность, а также оценена скорость стратосферного ветра (около 20 м/с). Найден параметр

ры цилиндрической и взрывной ударных волн: длительность, характерный размер и амплитуда. Оценена зависимость ослабления инфразвуковых волн от расстояния. Результаты оценок хорошо согласуются с результатами наблюдений.

18.03-01.570 О суперротации на Венере. About superrotation in Venus. Cirilo-Lombardo D.J., Mayochi M., Minotti F.O., Vigh C.D. *Астрономический вестник*. 2018. 52, № 3, с. 231. Англ.

18.03-01.571 Модельные оценки негидростатических напряжений в коре и мантии Марса. 2. Трехуровневая модель. Батов А.В., Гудкова Т.В., Жарков В.Н. *Астрономический вестник*. 2018. 52, № 3, с. 232-238. Рус.

Выявлены зоны максимальных касательных напряжений и напряжений растяжения-сжатия в недрах Марса для трехуровневой модели компенсации. Источниками аномального гравитационного поля в принятой модели являются неравномерный рельеф, аномалии плотности на границе кора-мантия и аномалии плотности на нижней границе литосферы. Толщина упругой литосферы, расположенной на ослабленном слое, который частично потерял свои упругие свойства, варьируется от 150 до 500 км. Ослабление слоя под литосферой моделируется пониженным в 10 раз значением модуля сдвига вплоть до границы с ядром. В целом, значения напряжений для трехуровневой модели компенсации отличаются от величин, полученных для двухуровневой модели (источники аномального гравитационного поля — неравномерный рельеф и аномалии плотности на границе кора-мантия), на 5—10%. Существенное различие между моделями двух- и трехуровневой компенсации выявлено под областями Эллада и Аргир.

18.03-01.572 Орбитальная эволюция четырехпланетной системы Солнце—Юпитер—Сатурн—Уран—Нептун на космогонических интервалах времени. Перминов А.С., Кузнецов Э.Д. *Астрономический вестник*. 2018. 52, № 3, с. 239-259. Рус.

Для четырехпланетной задачи построена осредненная численно-аналитическая теория движения второго порядка по массам планет. В работе рассматриваются результаты численного интегрирования осредненных уравнений движения для системы Солнце—Юпитер—Сатурн—Уран—Нептун на интервале времени 10 млрд лет. Интегрирование проводилось методами Рунге—Кутты и Эверхарта высоких порядков. Движение планет имеет почти периодический характер. Эксцентриситеты и наклоны орбит планет остаются малыми. Короткопериодические возмущения сохраняются малыми на всем интервале интегрирования. Сделаны выводы о резонансных свойствах движения. Даны оценки точности численного интегрирования.

18.03-01.573 Источники и базы данных для изучения динамики спутников астероидов. Емельянов Н.В., Вашиковьяк С.Н., Уральская В.С. *Астрономический вестник*. 2018. 52, № 3, с. 260-266. Рус.

Предлагается созданная авторами новая база данных всех астрометрических наблюдений спутников астероидов. Она имеет простую структуру и доступна через Интернет. Предусмотрено регулярное обновление данных по мере появления в публикациях новых результатов наблюдений. База данных размещена на сайтах Центра данных естественных спутников планет (Natural satellites Data Center), созданного в результате сотрудничества Государственного астрономического института им. П.К. Штернберга МГУ им. М.В. Ломоносова и Института небесной механики и вычисления эфемерид, Париж, Франция (Institut de Mecanique cclscst et de calcul des ephemerides — IMCCE). Адреса базы данных в интернете <http://www.sai.msu.ru/neb/nss/indexr.htm> и <http://nsdb.imcce.fr/obspos/>, соответственно. При входе нужно выбрать один из трех языков общения, выбрать пункт Наблюдения и далее пункт Астрометрические положения астероидов со спутниками. Данные наблюдений снабжены объяснениями и гиперссылками на публикацию в библиографической базе данных ADS Abstract Service (NASA).

18.03-01.574 Динамика пылевых частиц различного строения при моделировании их движения вблизи ядра кометы 67P/Чурюмова—Герасименко. Решетник В.Н., Скоров Ю.В., Ласерда П., Хартог П., Резак Л. *Астро-*

номический вестник. 2018. 52, № 3, с. 267-284. Рус.

рассматриваются оценки основных сил, действующих на пылевые частицы вблизи кометного ядра. На основе этих оценок исследуется движение пылинок различного строения и массы. Мы рассматриваем силы 1) притяжения кометного ядра, 2) солнечного радиационного давления и 3) ускорения пылинок потоком газа, образовавшегося при сублимации кометного льда. Эти силы важны при моделировании движения пылинок относительно ядра кометы и могут существенно влиять на перенос пыли на его поверхности. При расчетах в качестве модели частиц используются силикатные твердые сферы и однородные баллистические агрегаты. Помимо этого мы представляем метод построения иерархических агрегатов — новой модели квази-сферических пористых частиц. Иерархический тип агрегатов позволяет моделировать относительно большие пылинки размером до миллиметра и более, при этом существенных требований к компьютерным ресурсам не предъявляется. Нами показано, что свойства этих частиц отличаются от свойств классических пористых баллистических агрегатов, которые обычно используются в задачах кометной физики, и что учет микроскопического строения частиц имеет принципиальное значение для анализа данных наблюдений. Представленные модели были применены для изучения динамики пыли в окрестностях ядра кометы 67P/Чурюмова—Герасименко на ранней стадии наблюдений космическим аппаратом Rosetta, когда комета была примерно на 3.2 а. е. от Солнца. Были получены соотношения между основными силами, действующими на пылевые агрегаты на различных расстояниях от ядра. Найдена зависимость скорости пылевых агрегатов от их массы. В статье проведено количественное сравнение результатов численного моделирования и данных космических наблюдений приборами GIADA и CO-SIMA, установленными на борту аппарата Rosetta.

18.03-01.575 О погрешностях построения фазовых зависимостей поляризации излучения тел Солнечной системы. *Киселев Н.Н., Петров Д.В. Астрономический вестник.* 2018. 52, № 3, с. 285-288. Рус.

В астрофизических исследованиях тел Солнечной системы принято приводить наблюдаемые значения степени линейной поляризации P_{obs} и позиционного угла плоскости поляризации θ к плоскости, ортогональной к плоскости рассеяния, обозначая получение значения соответственно как P_r и θ_r . Параметры фазовых кривых поляризации $P_r = f(a)$ служат основой для определения физических характеристик частиц, составляющих реголитовые поверхности таких тел как, например, Луна, Меркурий, астероиды, спутники планет, или полидисперсные среды, такие как, например, комы и хвосты комет. В работе показано, что погрешность степени поляризации σ_{P_r} возрастает из-за погрешности определения позиционного угла σ_{θ_r} . Получены соотношения между данными погрешностями, и сформулированы условия, при которых можно пользоваться приведенными к ортогональной плоскости значениями степени линейной поляризации P_r для изучения фазовых зависимостей поляризации.

18.03-01.576 Радиальные распределения величины магнитного поля в солнечной короне, полученные с использованием сведений о быстрых ГАЛО-КВМ. *Файнштейн В.Г., Егоров Я.И. Солнечно-земная физика.* 2018. 4, № 1, с. 3-13. Рус.

В последние годы для измерения магнитного поля в солнечной короне используют сведения о расстоянии между телом быстрого коронального выброса массы (КВМ) и связанной с ним ударной волны. Во всех случаях этот подход применялся для нахождения радиальных распределений поля $B(R)$ для направлений, почти перпендикулярных лучу зрения. Мы модифицировали этот метод для получения распределений $B(R)$ поля вдоль направлений, близких к оси Солнце—Земля. Для этого с использованием модели ice-stream cone для КВМ по данным коронографов LASCO находились трехмерные характеристики быстрых КВМ типа гало и связанных с ними ударных волн, движущихся почти вдоль оси Солнце—Земля. С помощью этих данных удалось получить распределения $B(R)$ QUOTE до расстояния от центра Солнца ≈ 43 радиуса Солнца, что примерно в два раза дальше, чем в предыдущих работах, в которых использовались данные LASCO. Полученные результаты оказались в хорошем согласии с результатами предшествующих работ для

расстояний до 20 радиусов Солнца. Сделан вывод о том, что для повышения точности такого метода нахождения поля в короне необходимо разработать способ выделения участков КВМ, движущихся в медленном и в быстром солнечном ветре. Предложен способ отбора КВМ, центральная (присоевая) часть которых действительно движется в медленном ветре.

18.03-01.577 Интенсивность эмиссионных линий короны спокойного Солнца: сравнение расчетных и наблюдательных данных. *Криссинель Б.Б. Солнечно-земная физика.* 2018. 4, № 1, с. 14-27. Рус.

Приведены результаты расчета центр-лино интенсивности оптически тонких линий УФ-диапазона волн многокомпонентной модели спокойной короны Солнца. Модель представляет собой совокупность ранжированных по размерам петель, спикул и свободного (межпетельного) вещества. Теоретические значения интенсивности находятся по вероятностям встречи по линии зрения участков петель с учетом вероятности отсутствия при этом других компонент короны. В модели используются 12 петель размерами от 3200 км до 210 000 км, с различными величинами коэффициента заполнения и давления в основании и в вершине петли. Температура вершин петель — 1 400 000 К. При расчетах использована база данных CHIANTI. Сравнение теоретических и экспериментальных значений интенсивности корональных линий, а также линий переходной зоны, полученных на телескопах SUMER, CDS и EIS, показало достаточно удовлетворительное согласие их, особенно для данных центра диска Солнца. Для данных над лимбом повышенные значения расхождений в результате анализа объясняются погрешностями измерений спектрометра EIS.

18.03-01.578 Структура нелинейных вистлеров, движущихся в плазме под углом к магнитному полю. *Кичигин Г.Н. Солнечно-земная физика.* 2018. 4, № 1, с. 28-32. Рус.

Получены решения уравнений двухжидкостной магнитной гидродинамики, описывающие в холодной замагниченной плазме мелкомасштабные быстрые магнитозвуковые установившиеся волны — нелинейные вистлеры, движущиеся под углом α к внешнему магнитному полю. При фиксированном угле α альфвеновское число Маха вистлеров имеет небольшой интервал разрешенных значений. Установлено, что при переходе от предельно малых чисел Маха к предельно большим амплитуда и пространственная структура волновых компонент скорости и магнитного поля вистлеров существенно изменяются. Определен диапазон углов направления движения вистлеров по отношению к направлению вектора внешнего магнитного поля, в пределах которого полученные приближенные аналитические и численные решения удовлетворительно согласуются.

18.03-01.579 Поведение отношения Fe/O как показателя состояния солнечной плазмы при различных проявлениях активности и в периоды ее отсутствия. *Минасянц Г.С., Минасянц Т.М., Томозов В.М. Солнечно-земная физика.* 2018. 4, № 1, с. 33-58. Рус.

Представлены результаты исследования физических характеристик плазмы при различных проявлениях солнечной активности и ее отсутствии с помощью количественных оценок относительного содержания примесных ионов Fe и O в разных интервалах энергий. Показано, что максимальные значения отношения Fe/O соответствуют потокам частиц от импульсных вспышек для ионов с энергиями < 2 МэВ/н (наиболее существенное проявление FIP-эффекта). В потоках частиц от длительных вспышек значение Fe/O плавно спадает с энергией ионов и заметно меньше значений потоков в импульсных событиях. Было установлено, что свойства вспышек солнечных космических лучей (СКЛ) указывают на их принадлежность к отдельному подклассу (GLE, ground level events) в общей совокупности длительных событий. На основе динамики Fe/O предложено объяснение поведения солнечной плазмы при развитии вспышек обоих классов. Магнитные облака, как отдельный вид корональных выбросов массы (КВМ), имеющие области турбулентного сжатия и являющиеся источниками сильных геомагнитных бурь, демонстрируют относительное содержание ионов Fe, сопоставимое с обилием Fe в потоках ионов от длительных вспышек. Установлено, что по величине отно-

шения Fe/O можно выявить проникновение энергичной вспышечной плазмы в тело КВМ на начальной фазе его развития, а также оценить ее относительный вклад. В период минимума цикла активности с полным отсутствием пятен на Солнце отношение Fe/O на расстоянии 1 а. е. показывает абсолютно низкие значения $Fe/O=0.004-0.010$ в интервале энергий от 2—5 до 30 МэВ/н. Это связано с проявлением аномальной компоненты КЛ (АКЛ), что приводит к усилению потоков ионов с высоким первым потенциалом ионизации (FIP — first ionization potential), в том числе кислорода (O), а элементы с низким FIP (Fe) демонстрируют ослабление потоков. Что касается частиц с более высокой кинетической энергией ($E_k > 30$ МэВ/н), рост значений Fe/O связан с определяющим влиянием галактических космических лучей КЛ (ГКЛ) на состав примесных элементов в условиях минимума активности. При этом относительное содержание тяжелых элементов в ГКЛ 30—500 МэВ/н подобно значениям в потоках длительных вспышечных событий при высокой активности Солнца. В период минимума активности с отсутствием пятен на Солнце поведение Fe/O для разных интервалов энергий ионов в течениях плазмы из корональных дыр (КД) и в солнечном ветре (СВ) показывает лишь незначительные отклонения. В то же время потоки плазмы, связанные с возмущенной передней областью КД, могут быть источниками возникновения умеренных геомагнитных бурь.

18.03-01.580 Динамика электронного радиационного пояса во время магнитных возмущений и в спокойное время. *Лазутин Л.Л., Дмитриев А.В., Суворова А.В.* *Солнечно-земная физика.* 2018. 4, № 1, с. 59-71. Рус.

Рассмотрена динамика внешнего электронного радиационного пояса, адиабатические и неадиабатические механизмы пополнения и потерь энергичных электронов. В свободное от магнитных возмущений время внешний электронный пояс постепенно опустошается: на внутренних оболочках вследствие сброса электронов в атмосферу, а в зоне квазизахвата, поскольку дрейфовые оболочки электронов там не замкнуты, вследствие потерь на магнитопаузе. Последний процесс маскируется пополнением свежескоренными частицами и мало заметен в обычные годы, но в годы экстремально низкой солнечной активности приводит к существенному понижению численности электронной популяции радиационного пояса. На главной фазе магнитной бури основной причиной понижения интенсивности потока электронов является адиабатическое охлаждение, связанное с сохранением адиабатических инвариантов, дополненное сбросом электронов в атмосферу и гибелью их на магнитопаузе. Возрастания потока электронов обуславливаются суммарным действием четырех процессов: E×B-заброса электронов глубоко к Земле импульсным индукционным электрическим полем суббулевой активизации, а также крупномасштабным электрическим полем солнечного ветра, в обоих случаях перенос частиц в область более сильного магнитного поля при сохранении магнитного момента приводит к росту их энергии. Тот же механизм ускорения работает при переносе электронов из-за радиальной диффузии, которая сопровождается пич-уловую диффузию. Четвертый процесс связан с адиабатическим подогревом частиц на фазе восстановления. Степень восстановления потока электронов после бури определяется соотношением неадиабатических возрастаний и потерь, в результате значения потока составляют непрерывный ряд от низкого до сильно повышенного. Сочетание этих процессов определяет индивидуальный характер развития радиационного пояса во время каждой магнитной бури и поведение пояса в спокойные периоды.

18.03-01.581 Электронная концентрация на высоте таионосферного слоя F1 в последнем минимуме (2007—2009 гг.) цикла солнечной активности. *Кушнаренко Г.П., Яковлева О.Е., Кузнецова Г.М.* *Солнечно-земная физика.* 2018. 4, № 1, с. 72-75. Рус.

Представлены результаты анализа годовых изменений дневной электронной концентрации N на высотах 140—200 км для последнего минимума солнечного цикла (2007—2009 гг.) по измерениям Иркутского дигизонда (52°N, 104°E). Для выделения закономерностей этих изменений определены новые коэффициенты известной авторской полумпирической модели (ПЭМ), описывающей связь N с характеристиками термосферы. Полу-

чено, что характерной особенностью годовых вариаций N в период минимума солнечного цикла является изменение их фазы на 180° в относительно узком интервале высот (170—180 км). Эти результаты, включая новые коэффициенты ПЭМ, являются оригинальными и представляют интерес для физики атмосферы и ионосферы.

18.03-01.582 Автоматическая оценка динамики ионосферных неоднородностей с временами жизни 1—15 минут по данным скоростного ЛЧМ-ионозонда ИСЗФ СО РАН. *Бернгардт О.И., Бубнова Т.В., Подлесный А.В.* *Солнечно-земная физика.* 2018. 4, № 1, с. 76-84. Рус.

Предложен и апробирован метод анализа ионограмм вертикального зондирования, основанный на выделении отклонений формы ионограммы от ее регулярного (усредненного) вида. Отклонения ионограмм от усредненного вида интерпретируются нами в терминах отражения от неоднородностей электронной концентрации на высотах, соответствующих действующей высоте. Обнаруженные таким образом неоднородности исследуются в рамках модели локализованной, равномерно движущейся неоднородности, при этом определяются их характерные параметры: действующие высоты и наблюдаемые вертикальные скорости. Был проведен анализ выборочных экспериментальных данных, соответствующих трем сезонам (весна, зима, осень), полученных в течение 2013—2015 гг. вблизи Иркутска с помощью скоростного ЛЧМ-ионозонда ИСЗФ СО РАН. Анализ шести дней наблюдений для этих сезонов показал, что в наблюдаемой вертикальной скорости этих неоднородностей в это время можно выделить два характерных распределения: широкое распределение скоростей вблизи 0 м/с со среднеквадратичным отклонением порядка 250 м/с и узкое распределение скоростей вблизи 160 м/с. Показана эффективность предложенного алгоритма для автоматического анализа данных вертикального зондирования с высокой частотой повторений.

18.03-01.583 Новый узконаправленный нейтронный спектрометр в комплексной системе мониторинга. *Михалко Е.А., Балабин Ю.В., Маурчев Е.А., Германенко А.В.* *Солнечно-земная физика.* 2018. 4, № 1, с. 85-88. Рус.

При взаимодействии космических лучей (КЛ) с атмосферой Земли образуются нейтроны в широком диапазоне энергий: от тепловых ($E \approx 0.025$ эВ) до релятивистских ($E > 1$ ГэВ). Для регистрации и исследования КЛ в Полярном геофизическом институте (ПГИ) используется комплексная система мониторинга, содержащая детекторы различной конфигурации. Стандартный нейтронный монитор (НМ) 18-NM-64 чувствителен к нейтронам с энергиями $E > 50$ МэВ. Бессвинцовая секция нейтронного монитора (БСНМ) регистрирует нейтроны с энергиями $E \approx (0.1-1)$ МэВ. Для совместного использования со стандартными детекторами на станции НМ Апатиты был разработан и установлен нейтронный спектрометр с тремя каналами по энергиям и углом приема частиц, составляющим 15°. Такая конфигурация устройства позволяет изучать степень анизотропии потока частиц различных направлений. Характеристики детектора (функция отклика и угол приема частиц), а также геометрические размеры были получены численным моделированием при помощи пакета GEANT4. В ходе работы устройства была создана база данных наблюдений и получены предварительные результаты.

18.03-01.584 Определение эффективной поверхности отработавшего космического аппарата для учета влияния светового давления на его движение. *Александрова А.Г., Авдюшев В.А.* *Известия вузов. Физика.* 2018. 61, № 3, с. 169-174. Рус.

Предлагается метод для определения площади эффективной поверхности отработавшего спутника на примере космического аппарата (КА) типа ГЛОНАСС в зависимости от его пространственной ориентации. Для определения эффективной площади рассматривается точечная модель КА. Спутник представляется как множество точек, равномерно распределенных по поверхности КА. Затем варьируется долготный и широтный углы в жестко связанной с аппаратом системе координат и точечное множество проецируется на картинную плоскость. Далее определяется контур спроецированного множества и вычисляется

его площадь. В итоге получается приближенная зависимость эффективной площади спутника от двух углов его ориентации.

18.03-01.585 Усреднение уравнений стандартной космологической модели по быстрым осцилляциям: влияние космологического члена на среднее значение эффективного коэффициента баротропы. *Игнатев Ю.Г., Самигуллина А.Р. Известия вузов. Физика.* 2018. 61, № 4, с. 41-44. Рус.

С помощью прикладного авторского пакета программ проведено усреднение эффективного суммарного коэффициента баротропы $k = (-1 + p)/(1 + e)$ классического скалярного поля и космологического члена и показано, что в процессе космологической эволюции при достаточно больших значениях космологической постоянной Вселенная со стадии инфляции переходит на нерелятивистскую стадию, а затем, после плато, — снова на стадию поздней инфляции.

18.03-01.586 К работе А. Эйнштейна "объяснение движения перигелия Меркурия в общей теории относительности". *Куряев Н.В. Известия вузов. Физика.* 2018. 61, № 4, с. 45-49. Рус.

18.03-01.587 Новые возможные астрофизические эффекты гравитационного взаимодействия стационарных вихревых электрических и магнитных полей. *Кречет В.Г., Ошурко В.Б., Иванова С.Д. Известия вузов. Физика.* 2018. 61, № 4, с. 50-55. Рус.

Рассматриваются и исследуются возможные реалистичные способы образования «кратовых нор». В качестве таковых предлагается применять самогравитирующие физические поля вихревого характера. В работе рассматривается использование вихревого стационарного электрического поля. Показано, что в рамках теории гравитации Эйнштейна самогравитирующее вихревое электрическое поле может индуцировать образование «кратовых нор». Показано также, что при совместном использовании с электрическим вихревым полем магнитного вихревого поля улучшается проходимость получающихся «кратовых нор», так как при этом у них значительно увеличивается радиус горловины.

18.03-01.588 Излучение нейтрино при переходах "электрона" в поле ядра водородоподобного атома в одном пространственном измерении. *Скобелев В.В. Известия вузов. Физика.* 2018. 61, № 4, с. 56-65. Рус.

18.03-01.589 Постоянная Хаббла крупномасштабных субстанций и космических тел. *Харгардин А.Н. Известия вузов. Физика.* 2018. 61, № 4, с. 66-74. Рус.

Приводится расчет топологических свойств Вселенной и ее крупномасштабных субстанций. Впервые получено уравнение для расчета величин «постоянной» Хаббла субстанций Вселенной, Вселенной и Галактики, Солнца и Земли. Рассчитан их возраст, время одного полного цикла и пяти циклов расширения и сжатия Вселенной. Дается новое предположение образования реликтового фона Вселенной. Доказана бесконечность ее развития во времени.

18.03-01.590 Особенности совместного влияния вековых резонансов низких порядков и светового давления на движение околоземных космических объектов. *Александрова А.Г., Бордовичина Т.В., Томилова И.В. Известия вузов. Физика.* 2018. 61, № 4, с. 75-80. Рус.

Рассмотрено совместное влияние вековых резонансов и светового давления на долговременную орбитальную эволюцию объектов в области околоземного космического пространства, ограниченной большими полуосями орбит от 15000 до 45000 км. Орбитальная эволюция каждого объекта рассматривалась при трех значениях парусности объекта (отношения площади миделевого сечения к массе): 0.001, 1 и 10 м²/кг. Особое внимание уделено поиску резонансов, влияние которых проявляется в возрастании эксцентриситетов орбит околоземных космических объектов, и анализу их совместного с силой светового давления влияния на динамику объектов.

18.03-01.591 Исследование способа улучшения орбит астероидов, основанного на замене наблюдений их моделируемыми значениями. *Батурин А.П. Известия вузов. Физика.* 2018. 61, № 4, с. 81-86. Рус.

Рассмотрен способ улучшения орбит астероидов с постепенной заменой наблюдений их моделируемыми значениями. Способ заключается в последовательном исключении из обработки наблюдений, имеющих наибольшие невязки, и замене этих наблюдений на их значения, вычисляемые на последней итерации процесса улучшения орбиты. Кроме того, рассмотрен традиционный способ постепенной отбраковки наблюдений по наибольшей невязкам, не сохраняющий какой-либо информации об этих наблюдениях. Выполнено сравнение точности способов с помощью ряда улучшений орбиты астероидов № 115489 и 179699 по их наблюдениям отдельных оппозиций и пар оппозиций. Показано, что способ замены наблюдений на моделируемые значения дает в целом более точные результаты по сравнению с традиционным способом отбраковки наблюдений.

18.03-01.592 Короткопериодические волны по изобращениям камер всего неба. *Колтовской И.И., Аммосов П.П., Гаврильева Г.А., Аммосова А.М., Парников С.Г. Вестник Северо-Восточного федерального университета имени М. К. Аммосова.* 2018, № 2, с. <https://www.svfu.ru/>. Рус.

Целью исследования является выявление особенностей характеристик и динамики внутренних гравитационных волн (ВГВ) в области мезопаузы высоких широт. Эти волны играют существенную роль в термодинамическом равновесии всей атмосферы, тем самым и в формировании климата. Также благодаря возрастанию амплитуды внутренних гравитационных волн по мере их проникновения на большие высоты становится возможным их обнаружение в верхних слоях атмосферы. В статье представлена визуализация ВГВ при помощи двух камер всего неба, регистрирующих эмиссии ночного неба на двух разных высотах мезопаузы (87 км и 97 км). Первая камера регистрирует эмиссии полос молекулы гидроксила в ближней инфракрасной области, которые излучаются на высоте 87 км. Вторая камера регистрирует ВГВ в видимой области спектра по зеленой эмиссии атомарного кислорода (557,7 нм), излучающейся на высоте 97 км. Обе камеры установлены на высокоширотной оптической станции Маймага (63°N, 129.5°E). Для визуализации и обработки данных камер всего неба был использован временной метод обработки (time differencing (TD)). Для гравитационных волн с периодами больше, чем частота съемки, TD-картина усиливает контраст в областях, где волны движутся, усиливаются или ослабляются. По данным камер на примере одной ночи получены горизонтальные характеристики ВГВ (направление распространения, скорость, период и длина волны). На данном примере у обеих камер с самого начала наблюдения происходит медленное перемещение ($v \sim 20-35$ м/с) короткопериодных волн (длина волны до 10 км) по направлению с северо-запада на юго-восток. Более отчетливое движение начинается с 15:25 (UT) по зеленой эмиссии и с 15:47 (UT) — по эмиссиям гидроксила (разница высот ~ 10 км). Затем примерно одновременно у обеих камер ($\sim 17:30$ (UT)) начинается резкое движение более крупных волн ($\lambda \sim 40-60$ км) с направлением распространения на северо-восток со скоростью от 70 до 160 м/с.

18.03-01.593 К вопросу о гравитационной неустойчивости протопланетного диска Солнца. *Долголева Г.В., Легкоступов М.С., Плинер Л.А. Мат. моделир.* 2018. 30, № 2, с. 130-148. Рус.

С целью изучения физических процессов, которые происходят при образовании планетной системы Солнца, исследовалась гравитационная неустойчивость однородной изотропной бесконечной гравитирующей газовой среды. Рассмотрены аналитические и численные решения уравнений движения такой среды в двух приближениях: «холодного» газа и газа при конечной температуре. Получены действительные решения, описывающие поведение как волновых возмущений плотности однородной среды, так и одиночных возмущений. Волны гравитационной неустойчивости, амплитуда которых растет экспоненциально, а максимумы и минимумы этих волн, как и их узловые точки, сохраняют свое положение в пространстве, следуют основным закономерностям модели Джинса. Авторы интерпретируют эти волновые неустойчивости как аналог протопланетных колец, которые могут образовываться в протопланетных дисках. Согласно результатам численных расчетов реакция од-

народной гравитирующей среды на одиночные начальные возмущения ее плотности существенно отличается от закономерностей модели Джинса. Неустойчивость одиночных начальных возмущений распространяется и на область $\lambda < \lambda_J$, хотя в этом случае нарастание плотности возмущений существенно меньше, чем $\lambda > \lambda_J$. Установлено подавление звука гравитационными неустойчивостями в области $\lambda > \lambda_J$. Оценки показывают, что без учета вращения среды протопланетного диска Солнца его критическая плотность при возникновении крупномасштабной гравитационной неустойчивости примерно на четыре порядка меньше критической плотности, полученной в рамках теории образования планет путем аккумуляции твердых тел и частиц.

18.03-01.594 Доплеровская 3D-томография рентгеновской двойной системы Лебедь X-1 по спектральным наблюдениям 2007 г. в линии He II λ 4686 А. *Агафонов М.И., Карлицкая Е.А., Шарова О.И., Бочкарев Н.Г., Жариков С.В., Бутенко Г.З., Бондарь А.В., Сидоров М.Ю.* *Астрон. жс.* 2018. 95, № 2, с. 99-113. Рус.

Представлено исследование рентгеновской двойной Cyg X-1 в линии HeII λ 4686 А с помощью доплеровской 3D-томографии. Впервые получена информация о движении газовых потоков вне орбитальной плоскости. Использовались профили, полученные в июне 2007 г. на 2-м телескопе Терскольского филиала Института астрономии РАН (Россия) и на 2.1-м телескопе Национальной астрономической обсерватории Мексики. В статье представлен детальный анализ исходных спектральных данных: распределения этих данных по времени, диаграммы распределения ракурсов по фазовым углам орбитального движения, формы профилей по наблюдениям на этих обсерваториях. Рассмотрена геометрия суммарной передаточной функции, используемой при реконструкции. Обоснованы возможности приложения полученных профилей для реализации 3D-томографии. Разрешение построенной 3D-томограммы в пространстве скоростей V_x, V_y, V_z составило $60 \times 60 \times 40$ км/с. Представлены пятнадцать сечений для 15 различных значений по оси V_z , перпендикулярной орбитальной плоскости. Получена картина распределения интенсивности, соответствующая скоростям газовых структур двойной системы. Реконструкция реализована с использованием радиоастрономического подхода, разработанного для решения задач малоракурсной томографии.

18.03-01.595 Переменность блазара АО 0235+164 В 2006—2015 годах. *Гаген-Торн В.А., Ларионов В.М., Морозова Д.А., Аргаров А.А., Гаген-Торн Е.И., Шабловинская Е.С., Прокопьева М.С., Яковлева В.А.* *Астрон. жс.* 2018. 95, № 2, с. 114-127. Рус.

Приведены результаты фотометрического (в полосах BVRIJK) и поляризационного (в полосе R) мониторинга блазара АО 0235+16, проводившегося в Санкт-Петербургском государственном университете (СПбГУ) и Главной астрономической обсерватории РАН в 2007—2015 гг., результаты радионаблюдений, выполнявшихся группой из Бостонского университета на РСДБ-сети VLBA на частоте 43 ГГц, а также кривая блеска в гамма-диапазоне, построенная по данным наблюдений на космической обсерватории "Fermi". Зафиксированы две мощные вспышки. Найдено относительное распределение энергии переменных компонентов, ответственных за вспышки. Оно оказалось степенным, но с различными спектральными индексами. В обеих вспышках степень поляризации велика, зависимость между блеском и степенью поляризации прослеживается лишь в среднем. Между изменениями в оптическом и гамма-диапазонах нет временной задержки, так что источники оптического и гамма-излучений находятся в одной и той же области джета.

18.03-01.596 Геометрические и кинематические параметры джета Блазара S5 0716+71 в предположении наличия у него винтовой формы. *Вутузова М.С.* *Астрон. жс.* 2018. 95, № 2, с. 128-134. Рус.

Изменения позиционного угла внутреннего джета блазара S5 0716+71, носящие периодический характер, подразумевают винтовую структуру джета. На основе этого предположения в данной работе определены геометрические параметры винтовой линии джета. Показано, что при небаллистических тра-

екториях движения компонентов джета, во-первых, значение угла между их вектором скорости и лучом зрения лежит в более широком интервале, соответствующем имеющимся оценкам, чем при баллистическом движении. Во-вторых, объясняются противоположные результаты определения видимых скоростей компонентов внутреннего и внешнего джета в эпохи наблюдений 2004 г. и 2008—2010 гг. Из отношения видимых скоростей внутреннего и внешнего джета получено нижнее ограничение на физическую скорость компонентов ($v > 0.999$) и определен питч-угол ($p = 5.5^\circ$). При этих параметрах создаются условия для наблюдения большой скорости (вплоть до 37 с) отдельных компонентов джета.

18.03-01.597 Расстояние до пульсара B1642-03 и влияние H II-области S27 на его меру дисперсии и параметры рассеяния. *Пымзарт А.В.* *Астрон. жс.* 2018. 95, № 2, с. 135-142. Рус.

На основании данных о мере дисперсии и параметрах межзвездного рассеяния пульсара B1642-03, наблюдаемого в направлении эмиссионной туманности S27 вокруг звезды раннего спектрального класса Z Oph, сделан вывод, что эта туманность дает вклад в его меру дисперсии — 23%) и угол рассеяния — 16%). Показано, что расстояние до пульсара B1642-03 заключено в пределах 2.2—2.6 кпк.

18.03-01.598 Эволюция и спектр радиоизлучения остатка сверхновой Тихо. *Виняйкин Е.Н.* *Астрон. жс.* 2018. 95, № 2, с. 143-151. Рус.

С учетом векового уменьшения плотности потока радиоизлучения остатка сверхновой Тихо с темпом $d = -(0.46 \pm 0.03)\%$ /год построен спектр радиоизлучения в интервале частот 12.6—143 000 МГц на эпоху 2010.3. Предсказан низкочастотный завал спектра радиоизлучения 3С 10 с максимумом на частоте 7.7 МГц, обусловленный поглощением в межзвездной среде в направлении на источник.

18.03-01.599 Спектрополяриметрические наблюдения магнитных белых карликов на БТА-6м. *Афанасьев В.Л., Пиотрович М.Ю., Гнедин Ю.Н., Булига С.Д., Нацмивили Т.М.* *Астрон. жс.* 2018. 95, № 2, с. 152-157. Рус.

Представлены результаты спектрополяриметрических наблюдений ряда магнитных белых карликов, выполненных на телескопе БТА-6м САО РАН. Наблюдения выполнялись с помощью фокального редуктора светосилы SCORPIO в режиме спектрополяриметрии. Установлены две характерные зависимости степени поляризации от длины волны излучения. Для одной группы наблюдавшихся объектов обнаружено возрастание с длиной волны степени линейной поляризации излучения, что можно объяснить вкладом в процесс рассеяния эффекта ориентации ридберговских состояний атомов и молекул в атмосфере белого карлика под воздействием магнитного поля. Для второй группы объектов с ростом длины волны возрастала также и степень круговой поляризации, что, скорее всего, свидетельствует о наличии протопланетного диска вокруг магнитного белого карлика, в котором к наблюдаемому эффекту приводит ориентация околозвездных пылинок.

18.03-01.600 Бифуркации в окрестностях границ областей устойчивости точек либрации задачи трех тел. *Юмагулов М.Г., Беликова О.Н., Исанбаева Н.Р.* *Астрон. жс.* 2018. 95, № 2, с. 158-168. Рус.

Рассматриваются задачи построения областей устойчивости в линейном приближении треугольных точек либрации плоской ограниченной эллиптической задачи трех тел и основные сценарии бифуркаций при переходе параметров системы через границы этих областей. Предлагается новая схема построения границ областей устойчивости, приводящая к приближенным формулам, описывающим эти границы. Изучены резонансные (с точки зрения теории локальных бифуркаций) свойства граничных точек. Доказывается, что одним из основных сценариев бифуркации является возникновение близких к треугольной точке либрации нестационарных 4-периодических решений.

18.03-01.601 Численное моделирование замагниченных астрофизических джетов и сравнение с лабораторным лазерным экспериментом. *Беляев В.С.,*

Бисноватый-Коган Г.С., Громов А.И., Загреев Б.В., Лобанов А.В., Матафонов А.П., Моисеенко С.Г., Торопина О.Д. *Астрон. ж.* 2018. 95, № 3, с. 171-192. Рус.

Представлены результаты численного МГД моделирования развития и формирования замагниченных джетов. Обсуждаются критерии подобия для сопоставления результатов лабораторного лазерного эксперимента и результатов численного моделирования астрофизических джетов. Представлены результаты лабораторного моделирования джетов, возникающих в эксперименте на лазерной установке "Неодим".

18.03-01.602 Долговременная и быстрая переменность блазара 3С 454.3 в радиодиапазоне в 2010—2017 гг. Горшков А.Г., Ипатов А.В., Ипатова И.А., Конникова В.К., Мардышкин В.В., Мингалиев М.Г., Харнинов М.А. *Астрон. ж.* 2018. 95, № 3, с. 193-209. Рус.

Представлены результаты наблюдений блазара 3С 454.3 (J2253+1608) на радиотелескопах РАТАН-600 САО РАН на частотах 4.6, 8.2, 11.2 и 21.7 ГГц и РТ-32 обсерваторий Зеленчукская и Бадары комплекса "Квазар-КВО" ИПАРАН на частотах 4.84 и 8.57 ГГц в 2010-2017 гг. Исследовалась долговременная переменность, переменность на масштабах от нескольких дней (day-to-day) и внутри-суточная переменность (IDV). На долговременной кривой блеска зарегистрированы две вспышки — в 2010 г. и в 2015—2017 гг. Плотность потока на 21.7 ГГц во вспышках увеличивалась в 10 раз. Для первой вспышки запаздывание максимума на частоте 4.85 ГГц относительно частоты 21.7 ГГц составляет 6 месяцев. Временная шкала переменности по нисходящей ветви первой вспышки на 21.7 ГГц $t_{var} = 1.2$ года, верхний предел линейного размера излучающей области 0.4 пк, углового — 0.06 мас. Яркостная температура во вспышке превышает комптоновский предел, Доплер-фактор $\delta = 3.5$, что показывает наличие у блазара релятивистского джета, близкого к лучу зрения. В пяти сетях ежедневных наблюдений источника длительностью до 120 дней не обнаружено значимой переменности на масштабах от нескольких дней до нескольких недель. Внутрисуточная переменность (IDV) на РТ-32 на частоте 8.57 ГГц обнаружена в 30 из 61 проведенных сеансов, причем наличие IDV уверенно коррелирует с максимумами вспышек. Характерные времена IDV — от двух до десяти часов. Ряд кривых блеска IDV показывает наличие временной задержки максимумов кривых блеска при одновременных наблюдениях на разнесенных по долготе антеннах обсерваторий Бадары и Зеленчукская. Это указывает, что наиболее вероятная причина IDV обусловлена межзвездной средой.

18.03-01.603 Вспышки мазерного излучения H₂O молодом звездном объекте G_H2O 092.67+03.07 (IRAS 21078+5211). Краснов В.В., Лехт Е.Е., Миннебаев В.М., Пащенко М.И., Рудницкий Г.М., Толмачев А.М. *Астрон. ж.* 2018. 95, № 3, с. 210-223. Рус.

Представлены результаты мониторинга мазера H₂O в направлении источника G_H2O 092.67+03.07 (IRAS 21078+5211), расположенного в гигантском молекулярном облаке Cygnus OB7. Наблюдения были выполнены на 22-м радиотелескопе Пушинской радиоастрономической обсерватории в период 2006—2017 гг. Обнаружены сильные вспышки мазерного излучения H₂O, в которых поток достигал значений 19800 Ян. Вспышки имели как глобальный для источника, так и локальный характер. Все вспышки сопровождался сильными структурными изменениями спектров H₂O в соответствующих диапазонах лучевых скоростей. Показано, что отдельные компоненты H₂O образуют как компактные скопления, так и вытянутые цепочки протяженностью 1—2 а.е. Анализ переменности потока, лучевой скорости и формы линии деталей в эпохи вспышек показал, что среда может быть сильно фрагментированной и что в областях генерации мазерного излучения H₂O имеются мелкомасштабные турбулентные движения вещества.

18.03-01.604 Сверхвспышки мазерного излучения H₂O в направлении протозвездного объекта G25.65+1.05 (IRAS 18316-0602). Лехт Е.Е., Пащенко М.И., Рудницкий Г.М., Толмачев А.М. *Астрон. ж.* 2018. 95, № 3, с. 224-236. Рус.

Приведены результаты исследования источника мазерного радиоизлучения G25.65+1.05 в линии молекулы H₂O $\lambda = 1.35$

см на радиотелескопе РТ-22 обсерватории в Пушино (Россия) в период с июня 2002 г. по март 2017 г. Обнаружено три сверхвспышки в 2002, 2010 и 2016 гг. с плотностью потоков в максимумах >3400, 19000 и 46000 Ян, соответственно. Приведены результаты анализа сверхвспышек. Показано, что они происходили в периоды высокой мазерной активности в узком интервале лучевых скоростей (40.5—42.5 км/с) и могли быть связаны с прохождением сильной ударной волны. В течение всего мониторинга преобладало излучение трех групп деталей на лучевых скоростях около 41, 42 и 43 км/с. Вспышка 2016 г. сопровождалась значительным увеличением потоков нескольких деталей в интервале 35—56 км/с.

18.03-01.605 Анализ доплеровской ЭО-томографии рентгеновской двойной Лебедь X-1 по спектральным наблюдениям 2007 г. в линии HeII λ 4686 А. Агафонов М.И., Карицкая Е.А., Шарова О.И., Бочкарев Н.Г., Жариков С.В., Бутенко Г.З., Бондарь А.В., Бубужин И.Т. *Астрон. ж.* 2018. 95, № 3, с. 237-250. Рус.

Представлена вторая статья из цикла, посвященного исследованию рентгеновской двойной Cyg X-1 в линии HeII λ 4686 А с использованием доплеровской 3D-томографии. В результате детального анализа построенных томограмм впервые получена информация о движениях газовых потоков, включающая все три компонента скорости. Наблюдения проводились в июне 2007 г. в Терскольском филиале Института астрономии РАН (Россия) и Национальной астрономической обсерватории Мексики. Представлен анализ корректности томографических результатов и их обсуждение. Проведено сопоставление с результатами реконструкции доплеровской 2D-томограммы. Используя расчеты профилей линии HeII λ 4686 А методом модельных атмосфер, мы оценили влияние абсорбции O-сверхгиганта на эмиссионную структуру томограммы. Корректность 3D-решения подтверждается хорошим согласием исходной последовательности спектральных данных с контрольной, вычисленной на основании построенной доплеровской 3D-томограммы. Проведено сравнение томограмм, построенных по данным каждой из двух обсерваторий. Показано соответствие результатов реконструкции для наклонений системы 40 и 45°. Максимумы абсорбционной (соответствует O-сверхгиганту) и эмиссионной структурных особенностей 3D-томограммы расположены на ее центральном сечении (V_x, V_y), где компонент скорости V_z , перпендикулярный орбитальной плоскости, равен нулю. Эмиссия генерируется, главным образом, во внешней части аккреционной структуры, ближайшей к сверхгиганту. Выделяется газовый поток из точки Лагранжа L1 с направлением движения, близким к орбитальной плоскости. Его максимальная скорость достигает 800 км/с. Неожиданностью стало обнаружение эмиссионной структуры со скоростью $V_z \sim 300$ км/с в скоростном интервале V_x, V_y , соответствующем звезде-донору. Ее присутствие может означать, например, на истечение вещества из магнитного полюса сверхгиганта.

18.03-01.606 Пятна и активность звезд скопления Гиады по наблюдениям с космическим телескопом "Kepler" (K2). Саванов И.С., Дмитриенко Е.С. *Астрон. ж.* 2018. 95, № 3, с. 251-255. Рус.

По наблюдениям миссии K2 (продолжение программы "Kepler") получены оценки параметра запятности S (площади пятен на поверхности активной звезды) для звезд скопления Гиады. Анализ выполнен на основе данных фотометрической переменности 47 подтвержденных одиночных членов скопления, для которых есть информация о параметрах их атмосфер, массах и периодах вращения. По сравнению с данными для звезд из скопления Плеяды величина S у объектов из Гиад оказалась ниже (в среднем на AS — 0.05—0.06). Сопоставление результатов исследования холодных маломассивных карликов скоплений Гиады и Плеяды, а также исследования 1570 звезд — карликов спектрального класса M из основного поля наблюдений космического телескопа "Kepler" показало, что звезды более проэволюционировавшего в сравнении с Плеядами скопления Гиады имеют меньшую активность. Активность 7 звезд скопления солнечного типа ($S = 0.013 \pm 0.006$) уже практически приближается к уровню активности современного Солнца, и ниже, чем у звезд солнечных масс в скоплении Плеяды ($S = 0.031 \pm 0.003$). Звезды солнечного типа из Гиад вращаются

быстрее, чем Солнце ($P = 8.6^d$), но медленнее по сравнению с соответствующими объектами из Плеяд.

18.03-01.607 Протонные вспышки в комплексах активности на Солнце: возможные причины и следствия. Исаева Е.С., Томозов В.М., Язев С.А. Астрон. жс. 2018. 95, № 3, с. 256-264. Рус.

Вспышки на Солнце, которые сопровождались потоками частиц на орбите Земли, превышающими 10 частиц на квадратный сантиметр в секунду с энергией более 10 МэВ в 24 цикла, происходили преимущественно в комплексах активности (в 82%) и в 80% случаев не далее, чем в 20 гелиографических градусах от ближайших корональных дыр. При этом рентгеновский класс вспышек плохо коррелирует с потоком протонов на орбите Земли. В статье обосновывается гипотеза о том, что выход частиц в гелиосферу обусловлен существованием долгоживущих магнитных каналов, позволяющих обеспечить перенос ускоренных вспышкой частиц в пограничную область открытой магнитной структуры корональных дыр. Обсуждается возможный вклад процессов обменного пересоединения как в формирование таких каналов, так и роль обменного пересоединения в генерации самих вспышек.

18.03-01.608 Крупномасштабная неустойчивость при гравитационном коллапсе с учетом нейтринного переноса и сверхновая с коллапсирующим ядром. Аксенов А.Г., Четкин В.М. Астрон. жс. 2018. 95, № 4, с. 267-279. Рус.

Большая часть энергии, высвобождаемой при гравитационном коллапсе ядер массивных звезд, уносится нейтрино. Нейтрино играют главную роль в объяснении коллапсирующих сверхновых. В настоящее время математические модели гравитационного коллапса основаны на многомерной газовой динамике, термоядерных реакциях, в то время как нейтринный перенос рассматривается упрощенным способом. С помощью многомерной газовой динамики с учетом переноса нейтрино в рамках диффузии с ограничением потоков изучается роль многомерных эффектов. Обсуждается возможность крупномасштабной конвекции, интересной как с точки зрения объяснения сверхновой типа II, так и постановкой эксперимента по регистрации возможных высокоэнергичных (>10 МэВ) нейтрино от сверхновой. В работе представлен новый метод многомерной многотемпературной газовой динамики с учетом переноса нейтрино.

18.03-01.609 Световое уравнение в затменно-двойных системах с компонентами раннего спектрального класса U CrB и RW Tau. Халиуллина А.И. Астрон. жс. 2018. 95, № 4, с. 280-289. Рус.

Проведено подробное исследование изменений орбитального периода в затменно-двойных системах типа Алголя U CrB и RW Tau с главными компонентами раннего спектрального класса. Обнаружено, что изменения периодов обеих систем можно представить в виде суперпозиции векового изменения периода и его циклических колебаний. В U CrB наблюдается вековое увеличение периода со скоростью $2.58^d \cdot 10^{-7}$ в год, которое можно объяснить равномерным перетеканием вещества от менее массивного компонента к более массивному при сохранении общего углового момента. В RW Tau наблюдается вековое уменьшение периода со скоростью $-8.6^d \cdot 10^{-7}$ в год, причиной которого может быть потеря углового момента системой вследствие магнитного торможения. Циклические изменения орбитального периода U CrB и RW Tau можно объяснить движением затменно-двойных систем в долгопериодической орбите. В U CrB происходит движение затменно-двойной системы с периодом 91.3 года вокруг третьего тела с массой $M_3 > 1.13M_{\odot}$, в RW Tau — с периодом 66.6 лет вокруг третьего тела, масса которого $M_3 > 1.24M_{\odot}$. Не исключено также, что эти колебания вызваны магнитными циклами вторичных компонентов поздних спектральных классов. Остаточные колебания периода могут быть суперпозицией изменений, вызванных нестационарными выбросами вещества и действием магнитных циклов.

18.03-01.610 Пятна и активность вспыхивающей звезды GJ 1243. Саванов И.С., Дмитриенко Е.С. Астрон. жс. 2018. 95, № 4, с. 290-298. Рус.

На основе наиболее полного наблюдательного материала, по-

лученного на космическом телескопе "Kepler исследована фотометрическая переменность карлика спектрального класса M, уникальной вспыхивающей звезды GJ 1243 (KIC 9726699). Анализ основан на 49 487 единичных измерениях блеска за интервал наблюдений в 1460 суток (почти 4 года). Подтверждена периодичность изменений кривой блеска с $P_{phot} = 0.59261 \pm 0.00060d$. Из решения обратной задачи восстановления температурных неоднородностей звезды по кривой блеска получены карты поверхностных температурных неоднородностей (факторы заполнения f). По построенным картам определены положения активных областей. Анализ карт поверхностных температурных неоднородностей для GJ 1243 привел нас к выводу о значительной эволюции положения пятен на поверхности звезды в течение анализируемого длительного промежутка времени. Установлено, что максимальное значение нижней границы оценки параметра дифференциального вращения AQ равно 0.0022 рад/сут. Наша более точная оценка параметра AQ меньше величин, приводимых в 1 (0.0058 и 0.0036 рад/сут), что вызвано более точным учетом изменений положений наиболее активной долготы. Однако полученная ранее оценка дифференциального вращения методом, использующим описание эволюции пятен двумерными гауссовыми функциями, практически совпадает с нашей. Площадь полной запятненной поверхности S звезды за период наблюдений изменялась от 7 до 2%. Амплитуда переменности блеска звезды слабо уменьшалась, ее значение варьировалось в диапазоне $1.6-0.5\%$. В целом для GJ 1243 положение на диаграммах "запятненность—возраст" "запятненность—период вращения" и "запятненность—число Россби" очень хорошо соответствует общему характеру зависимости для ранее исследованных нами карликов спектрального класса M.

18.03-01.611 О природе 11-летней циклической вариации аномалий химического состава короны Солнца. Пипин В.В., Томозов В.М. Астрон. жс. 2018. 95, № 4, с. 299-306. Рус.

Представлены свидетельства того, что распределения состава примесных элементов с низким первым потенциалом ионизации ($FIP < 10$ эВ) в нижней короне Солнца могут быть связаны с топологией крупномасштабного магнитного поля. Наблюдения Солнца показывают усиление обилия химических элементов с низким потенциалом FIP по сравнению с составом элементов с высоким FIP (>10 эВ) в активных областях и в замкнутых магнитных конфигурациях в нижней короне. Обработка данных наблюдений с космического аппарата "Ulysses" и Станфордской солнечной обсерватории (США) позволила выявить высокие корреляции между проявлениями FIP -эффекта в солнечном ветре, величиной открытого магнитного потока (без знака) и отношением величин крупномасштабного тороидального и полоидального магнитного поля на солнечной поверхности. По результатам анализа данных наблюдений Солнца-как-звезды показано, что превышения содержания примесных элементов с низким FIP в короне по сравнению с их обилиями в фотосфере (FIP -эффект) тесно связаны с циклом солнечной активности и с вариациями топологии крупномасштабного магнитного поля. В рамках солнечно-звездных аналогий обсуждается возможный механизм взаимосвязи величины FIP -эффекта со спектральным классом звезды.

18.03-01.612 Движение в центральном поле при возмущающем ускорении, постоянном в сопровождающей системе отсчета, связанной с вектором скорости. Батмух Н., Санникова Т.Н., Холшевников К.В. Астрон. жс. 2018. 95, № 4, с. 307-316. Рус.

Рассмотрена задача о движении точки нулевой массы под действием притяжения к центральному телу и возмущающего ускорения P . Модуль P считаем малым по сравнению с основным ускорением, вызванным притяжением центрального тела, а компоненты вектора P — постоянными в системе отсчета с началом в центральном теле и осями, направленными по вектору скорости, нормали к нему в плоскости оскулирующей орбиты и бинормали. Уравнения в осредненных элементах были получены нами ранее. Здесь мы даем алгоритм их решения. Он аналогичен построенному нами ранее для задачи, в которой P постоянен в системе отсчета, связанной с радиус-вектором. Свойства решения похожи. Основное отличие заключается в

том, что квадратуры, к которым сводится решение в важнейших случаях, приводят к неэлементарным функциям. Однако их можно выразить рядами по степеням эксцентриситета e , сходящимися при $e < 1$, а часто и при $e = 1$.

18.03-01.613 Численно-аналитический подход к моделированию осевого вращения Земли. Марков Ю.Г., Перелёжкин В.В., Рыжкова Л.В., Филиппова А.С. *Астрон. ж.* 2018. 95, № 4, с. 317-326. Рус.

На основе небесномеханического подхода и численного эксперимента исследуется модель неравномерности осевого вращения Земли. Показано, что для задачи прогноза вариаций скорости осевого вращения Земли на короткие интервалы времени оправдано применение приближенной малопараметрической модели. Приближенная модель получена посредством осреднения переменных параметров, подверженных малым вариациям вследствие нестационарности возмущающих факторов. Проведена верификация модели и сравнение с прогнозами, публикуемыми Международной службой вращения Земли, на длительном интервале времени.

18.03-01.614 Применение метода Монте-Карло к моделированию переноса излучения и нейтрино в астрофизических условиях. Кривошеев Ю.М., Бисноватый-Коган Г.С. *Астрон. ж.* 2018. 95, № 5, с. 329-343. Рус.

Рассматривается применение метода Монте-Карло к решению задач переноса излучения и нейтрино в астрофизике. Приводится описание алгоритма решения задачи переноса излучения в космической плазме на основе моделирования траектории фотонов в среде. В качестве примера подробно рассматривается задача о формировании жесткой области рентгеновского спектра галактического микроквара SS 433. Обсуждаются особенности моделирования переноса нейтрино в плотной среде и отличия в алгоритме по сравнению с используемым при моделировании переноса излучения.

18.03-01.615 Пространственно-кинематическая структура области образования массивных звезд S255N на разных масштабах. Землянуха П.М., Зинченко И.И., Салий С.В., Рябухина О.Л., Личу Ш.Ю. *Астрон. ж.* 2018. 95, № 5, с. 344-365. Рус.

Представлены результаты детального анализа наблюдений области образования звезд большой массы S255N в линиях CO(2-1), N₂H+(3-2), NH₃(1,1), C¹⁸O(2-1) и некоторых других на инструментах SMA, VLA и IRAM. Комбинирование данных интерферометра и одиночной антенны позволило более детально изучить кинематику газа молекулярного ядра на разных пространственных масштабах. На масштабах всей области нет признаков вращения или изотропного сжатия. Наиболее крупные («0.3 пк») фрагменты газа расположены вблизи границы зон ионизированного водорода S255 и S257. Часть фрагментов меньшего масштаба связана с протозвездными сгустками. Кинематическая температура таких фрагментов лежит в пределах 10-80 К. Около сгустка SMA1 обнаружен околосветный тор с внутренним и внешним радиусами $R_{in} \ll 8000$ а.е. и $R_{out} \ll 12000$ а.е. соответственно. Профиль вращения указывает на существование центрального объекта массой $\approx 8.5/\sin^2(i)$ M_q. SMA1 разрешается на два сгустка — SMA1-NE, SMA1-SE, — температуры которых ≈ 150 Ки ≈ 25 К соответственно. По всей видимости, тор является частью механизма аккреции окружающего газа на два протозвездных сгустка.

18.03-01.616 Выбросы корональной массы в сентябре 2017 г. по данным мониторинга межпланетных мерцаний на радиотелескопе БСА ФИАН. Чащей И.В., Тюльбашев С.А., Шишов В.И., Субаев И.А. *Астрон. ж.* 2018. 95, № 5, с. 366-371. Рус.

Представлены результаты анализа данных мониторинга межпланетных мерцаний на радиотелескопе БСА ФИАН на частоте 111 МГц в период вспышечной активности Солнца в первой декаде сентября 2017 г. Зарегистрированы усиления мерцаний, связанные с распространяющимися после околосветных вспышек межпланетными выбросами корональной массы. Оценены скорости распространения выбросов, которые составили около 2000 км/с для выброса 7 сентября и около 1000 км/с для выброса 6 сентября. Показано, что фланговая часть выбросов при распространении от Солнца тормозится быстрее, чем лобо-

вая часть. Показано, что ночные усиления секундных мерцаний в периоды высокой геомагнитной активности имеют ионосферное происхождение.

18.03-01.617 Пятна и активность звезд скопления Ясли по наблюдениям с космическим телескопом "Kepler" (K2). Саванов И.С., Калиничева Е.С., Дмитриенко Е.С. *Астрон. ж.* 2018. 95, № 5, с. 372-378. Рус.

Выполнены оценки параметра запятненности S (доли видимой поверхности звезды, занимаемой пятнами), характеризующего активность 674 звезд скопления Ясли (возраст 650 млн. лет), и изучены его изменения в зависимости от периода вращения, числа Россби Ro и других характеристик объектов. Установлено, что активность звезд скопления Ясли более низка по сравнению со звездами из более молодого скопления Плеяды (125 млн. лет). Средняя величина параметра S для звезд из скопления Ясли составляет 0.014, в случае объектов из Плеяд запятненность имеет значительно большую среднюю величину — 0.052. Проведено сопоставление величин параметра активности 61 звезды солнечного типа скопления Ясли и аналогичных звезд скопления Гиады (примерно того же возраста), а также звезд более молодого скопления Плеяды. По нашим вычислениям средняя величина параметра S таких объектов из скопления Ясли равна 0.014 ± 0.008 и практически совпадает с оценкой, полученной для звезд солнечного типа из Гиад. Периоды вращения этих объектов в среднем составляют 9.1 ± 3.4 суток и также совпадают с результатами для звезд Гиад (8.6^d). В скоплении Ясли группа звезд с периодами больше $3-4^d$ более многочисленна, чем в Плеядах, а периоды вращения звезд этой группы лежат в более широком интервале, $3-30^d$. На диаграмме "S-числа Россби Ro" у звезд скоплений Ясли и Гиады не наблюдается характерной зависимости с изломом для Ro (насыщения) ≈ 0.13 , имеется лишь сгусток объектов с параметром Ro, большим 0.7. Данные о запятненности поверхности звезд скоплений Плеяды и Гиады достаточно хорошо согласуются с величинами параметра S для карликов с возрастом 600—700 млн. лет, что может рассматриваться как свидетельство достоверности результатов применения гирохронологических калибровок. По данным для двух скоплений (Ясли и Плеяды) проанализированы изменения пятнообразовательной активности большого числа звезд одинакового возраста — членов одного и того же скопления. Общее рассмотрение данных для двух скоплений дает возможность сделать заключение об эволюции активности звезд различных масс со временем (за интервал порядка 500 млн. лет).

18.03-01.618 Два сценария эрупции магнитных жгутов в атмосфере Солнца. Филиппов В.П., Ден О.Е. *Астрон. ж.* 2018. 95, № 5, с. 379-386. Рус.

Явления извержения вещества из нижних слоев атмосферы Солнца в верхние можно разделить на два класса. Первый характеризуется сохраняющейся, хотя и увеличивающейся в размерах, формой, обычно в виде петли, содержащей извергаемое вещество (эруптивные протуберанцы), или внезапным разлетом во всех направлениях достаточно бесформенных сгустков плазмы (вспышечные спрей). Второй класс представляет собой узкие колиммированные потоки плазмы различных масштабов (спикулы, серджи, джеты). Очевидно, что магнитные конфигурации, в которых развиваются эти явления, различны: в первом случае это замкнутые структуры, удерживающие плазму, а во втором — открытые, направляющие потоки плазмы в определенную сторону, как правило, снизу вверх. Вместе с тем, механизм инициации явлений обоих классов может быть сходным или практически идентичным. Это неустойчивость скрученных магнитных трубок (магнитных жгутов), которая приводит к разным последствиям в различных условиях. Показано, что результат эруптивной неустойчивости определяется соотношением характерных масштабов магнитного поля жгута и удерживающего его поля короны, а также конфигурацией окружающего магнитного поля короны. Проанализированы наблюдения явлений обоих типов, рассмотрены условия их развития и предложены феноменологические модели.

18.03-01.619 О перспективах распределенных наблюдений околосветного пространства с использованием российско-кубинской обсерватории. Вискало Д.В., Саванов И.С., Нароенков С.А., Наливкин М.А., Шу-

гаров А.С., Бахтигараев Н.С., Левкина П.А., Ибрагимов М.А., Кильнио Е.Ю., Сачков М.Е., Карташова А.П., Фатеева А.М., Урацук М.Р.Р., Эстрада Р.З., Диас А.А., Родригес О.П., Фигера Ф.Э., Гарсиа М.Г. *Астрон. ж.* 2018. 95, № 6, с. 389-400. Рус.

Рассмотрена проблема создания специализированной сети крупноапертурных широкоугольных телескопов для распределенных наблюдений околоземного пространства с использованием российско-кубинской обсерватории. Важнейшей целью оперативного мониторинга околоземного и околосолнечного космического пространства является парирование космических угроз естественного и техногенного происхождения. Угроза естественного происхождения ассоциируется с астероидно-кометной опасностью, а угроза техногенного происхождения — с “космическим мусором”, заполняющим околоземное космическое пространство. Современная сеть оптических средств наземного базирования для парирования указанных угроз должна: а) иметь глобальную и по возможности равномерную географическую распределенность, б) позволять проводить обзорные широкоугольные и высокоточные прецизионные наблюдения, в) создаваться и эксплуатироваться в рамках единой сетцентрической концепции. В работе, на основе опыта ИНАСАН по разработке широкоугольных телескопов 1-метрового класса и элементов кластерного сверхширокоугольного телескопа, высказаны предложения по составу каждого узла сети. Выполнены оценки эффективности распределенных наблюдений для решения задачи максимально точного прогноза движения потенциально опасных небесных тел при сближении с Землей, наблюдений объектов космического мусора и искусственных спутников Земли. Получены первые оценки астроклиматических условий в предполагаемом месте строительства будущей российско-кубинской обсерватории в горах заповедника Сиерра-дель-Розарио. Специальное внимание уделено возможности использования сети для проведения широкого круга астрофизических исследований, включая оптическую поддержку исследования области локализации гравитационно-волновых и других транзитных событий.

18.03-01.620 Пульсарная шкала времени на основе наблюдений в Парксе 1995—2010 гг. Родин А.Е., Федорова В.А. *Астрон. ж.* 2018. 95, № 6, с. 401-406. Рус.

Хронометрирование высокостабильных миллисекундных пульсаров дает возможность независимой проверки земных шкал времени на интервалах длиннее года. На основе данных хронометрирования пульсаров, полученных на радиотелескопе РТ-64 в Парксе (Австралия) в 1995—2010 гг., построена групповая пульсарная шкала времени. Для повышения точности групповой шкалы применялись оптимальные винеровские фильтры.

18.03-01.621 Сепарация изотопов кальция в атмосферах ср-звезд вследствие эффекта светоиндуцированного дрейфа. Пархоменко А.И., Шалагин А.М. *Астрон. ж.* 2018. 95, № 6, с. 407-420. Рус.

Обсуждается механизм сепарации изотопов кальция в атмосферах химически пекулярных звезд (СР-звезды), обусловленный эффектом светоиндуцированного дрейфа (СИД) однократных ионов ^{48}Ca .

18.03-01.622 Изменения запятненности 13 G-K карликов Типа BY DRA на долговременной шкале. Алексеев И.Ю., Кожневникова А.В. *Астрон. ж.* 2018. 95, № 6, с. 421-437. Рус.

Приведены результаты моделирования запятненности 13 активных карликовых звезд спектральных классов G-K на основе многолетних фотометрических наблюдений. Для анализа использовались как результаты ведущихся в КраО UBVRi наблюдений восьми звезд, так и данные литературы. С помощью усовершенствованной зональной модели запятненности звездных фотосфер, которая позволяет теперь рассматривать присутствие на звезде двух активных долгот, были переопределены параметры запятненности 13 избранных активных красных карликов типа BY Dra. Выполнен анализ изменения характеристик пятенной активности этих систем с течением времени с целью выявления возможной цикличности. У всех звезд, кроме OU Gem и VE Set, отмечается довольно сильная зависимость

изменения широты пятен от их площади с коэффициентом корреляции (по модулю) $R((\Phi), S)$ от 0.38 до 0.92. У пяти звезд отмечается антикорреляция средней широты пятен и их площади ($R((\Phi), S)$ от -0.24 до -0.73). Мы считаем это проявлением дрейфа пятен к экватору по мере их развития. Восемь звезд выборки показывают положительную корреляцию, то есть дрейф пятен к полюсу с ростом их площади. У 9 звезд наблюдаются циклы активности, проявляемые как в фотометрической переменности, так и в изменениях площадей и средних широт пятен. Для 5 звезд отмечаются периоды дрейфа пятен по широте, причем скорости широтного дрейфа пятен меньше по модулю аналогичного значения для солнечных пятен в 1.5—3 раза.

18.03-01.623 Активность карлика спектрального класса M8 TRAPPIST-1. Дмитриенко Е.С., Саванов И.С. *Астрон. ж.* 2018. 95, № 6, с. 438-446. Рус.

Представлены результаты анализа наблюдений холодного карлика спектрального класса M8 TRAPPIST-1 с космическим телескопом “Kepler” (его продолжением — миссией K2). TRAPPIST-1 обладает планетной системой, по крайней мере, из семи планет. Наблюдательные данные в совокупности включают 105 584 единичных измерений блеска, продолжительность интервала наблюдений составила 79 суток. На рассчитанных спектрах мощности блеска TRAPPIST-1 наблюдается пик, соответствующий величине $P_0 = 3,296 \pm 0,007^d$. Имеются еще два менее значимых пика с $P_1 = 2,908^d$ и $P_2 = 2,896^d$, происхождение которых не может быть объяснено наличием дифференциального вращения. Весь наблюдательный материал для TRAPPIST-1 был разделен на 21 сет, каждый из которых охватывал один период вращения звезды. Каждая из индивидуальных кривых блеска была использована для восстановления карт температурных неоднородностей звезды. Площадь полной запятненной поверхности S для TRAPPIST-1 в среднем составила от полной видимой поверхности. Выполнена оценка параметра $\Delta\Omega$ — разности угловых скоростей вращения на экваторе и на полюсе, $\Delta\Omega = 0,006$. На основе полученных нами новых результатов, а также данных, полученных из литературных источников, мы рассмотрели свойства этого уникального объекта и сопоставили их со свойствами других холодных карликов. Особое внимание уделено эволюционному статусу объекта — его возрасту. Все оценки возраста TRAPPIST-1, основанные на проявлениях его активности (вращение, запятненность, УФ и рентгеновское излучение и др.), указывают на молодость объекта.

18.03-01.624 Глубокий внегалактический обзор с помощью телескопа ART-XC обсерватории Спектр-РГ: моделирование и ожидаемые результаты. Мереминский И.А., Филиппова Е.В., Буренин Р.А., Сазонов С.Ю., Павлинский М.Н., Ткаченко А.Ю., Лапшов И.Ю., Штыковский А.Е., Кривонос Р.А. *Письма в Астрон. ж.* 2018. 44, № 2, с. 87-101. Рус.

Для выбора наилучшей стратегии проведения глубокого внегалактического обзора рентгеновским телескопом ART-XC, установленным на борту обсерватории Спектр—Рентген—Гамма (СРГ) и оценки ожидаемых результатов, было выполнено моделирование наблюдений площадок размером $1.1 \cdot 1.1^\circ$ в диапазонах энергий 5—11 кэВ и 8—24 кэВ. С этой целью была построена модель населения активных ядер галактик (АЯГ), отражающая свойства рентгеновского излучения таких объектов. Фотоны, “пришедшие” от этих источников, были пропущены через численную модель телескопа, а полученные в результате данные были обработаны при помощи стандартного конвейера обработки данных телескопа ART-XC. Показано, что при ожидаемых значениях фона заряженных частиц за 1.2 Мс наблюдений в таком обзоре должно быть обнаружено несколько сотен АЯГ на красных смещениях вплоть до $z \ll 3$. Среди них будут и сильнопоглощенные АЯГ, что позволит точнее ограничить долю подобных объектов в общей популяции. На потоках ниже $2 \cdot 10^{-1} \text{ эрг с}^{-1} \text{ см}^{-2}$ (5—11 кэВ) ожидается существенное влияние смешивания источников. Поскольку это значение может превышать порог обнаружения источников в глубоком обзоре при низких значениях фона частиц, может оказаться более интересно провести обзор большей площади (несколько квадратных градусов), но меньшей глубины, получив в итоге выборку из примерно четырехсот ярких АЯГ.

18.03-01.625 Геометрические аспекты и апробация определения расстояния до центра Галактики по сегментам спиральных рукавов. *Никифоров И.И., Веселова А.В. Письма в Астрон. жс.* 2018. 44, № 2, с. 102-123. Рус.

Рассмотрена задача определения геометрических параметров спирального рукава Галактики по его сегменту с включением в их число расстояния до полюса спирали, т.е. расстояния до центра Галактики. Численно-аналитически исследован вопрос о количестве точек, принадлежащих одному витку логарифмической спирали и определяющих эту спираль как геометрическую фигуру в предположении, что направление на полюс спирали (на центр Галактики) известно. На основе полученных результатов в целях апробации и тестирования нового подхода построен упрощенный метод решения задачи, состоящий в нахождении для каждого параметра медианы его значений по всем возможным тройкам объектов сегмента спирального рукава, удовлетворяющим условию на угловое расстояние между объектами. Применение метода к данным о пространственном распределении мазеров рукавов Персея и Щита (каталог Рида и др., 2014) привело к оценке $R_0 = 8.8 \pm 0.5$ кпк. По мазерам того же каталога определены параметры пяти сегментов спиральных рукавов. Подтверждено различие спиральных рукавов по углу закрутки. Показано, что углы закрутки рукавов, выявляемых по мазерам, в общем случае коррелируют с величиной R_0 в том смысле, что увеличение R_0 ведет к росту модулей углов закрутки.

18.03-01.626 Поиск двойных систем среди близких карликов на основе Пулковских наблюдений и данных обзора SDSS. *Ховричев М.Ю., Апетян А.А., Роцина Е.А., Измайлов И.С., Бикулова Д.А., Ершова А.П., Балаев И.А., Куликова А.М., Петюр В.В., Шумилов А.А., Оскина К.И., Максимова Л.А. Письма в Астрон. жс.* 2018. 44, № 2, с. 124-139. Рус.

Цель работы — обнаружить ранее неизвестные двойные системы среди маломассивных карликов солнечной окрестности и протестировать методику поиска. Базовые идеи — выявление на ПЗС-кадрах изображений звезд, имеющих значимые эллиптичность и/или асимметрию по сравнению со звездами фона, и дальнейшее определение пространственных параметров двойной системы и разности блеска между компонентами. Для ее реализации был разработан метод, основанный на шейплет-разложении изображений. В список объектов для исследования были включены все сравнительно слабые звезды с большими собственными движениями ($V > 13^m$, > 300 мс дуги/год), для которых флаг "duplicate source" в каталоге Gaia DR1 равен единице. В результате были отобраны 702 звезды. Для верификации результатов были выполнены дополнительные наблюдения 65 звезд из этого списка с помощью пулковского метрового телескопа "Сатурн" (2016—2017). Всего было выявлено 138 звезд-кандидатов в двойные системы (девять из них — по данным телескопа "Сатурн" и обзора SDSS). Шесть звезд программы являются известными двойными. Показано, что изображения главных компонент сравнительно широких пар WDS14519+5147, WDS11371+6022 и WDS15404+2500 разделяются на компоненты, поэтому можно говорить об обнаружении тройных систем. Почти для всех выявленных двойных систем получены оценки углового разделения ρ , позиционного угла и разности блеска компонент $D_{\text{ш}}$. Для большинства звезд $1.5 < \rho < 2.5$ а $D_{\text{ш}} < 1.5^m$.

18.03-01.627 Моделирование динамики остаточных дисков в системах Кеплер-16, Кеплер-34 и Кеплер-35. *Демидова Т.В., Шевченко И.И. Письма в Астрон. жс.* 2018. 44, № 2, с. 140-147. Рус.

Исследуется долговременная динамика планетезималей в остаточных дисках в моделях с параметрами систем двойных звезд Кеплер-16, Кеплер-34 и Кеплер-35 с планетами. Наши расчеты показывают, что для систем Кеплер-16 и Кеплер-35 возможно формирование устойчивого коорбитального с планетой кольца. В системе Кеплер-34 существенные эксцентриситеты орбит двойной системы и планеты могут препятствовать формированию подобной структуры. Обнаружение циркумбинарных кольцеобразных структур при наблюдениях систем двойных звезд может быть свидетельством существования планет, удерживающих коорбитальные кольца из пыли и пла-

нетезималей.

18.03-01.628 Тропосферная задержка по данным измерений РСДБ и ГНСС. *Губанов В.С. Письма в Астрон. жс.* 2018. 44, № 2, с. 148-160. Рус.

С помощью модернизированной версии программного пакета ИПА РАН QUASAR выполнена обработка РСДБ-наблюдений по международной программе CONT14 (6-20 мая 2014 г.), в которой участвовала глобальная сеть из 17 станций (всего ~250 тыс. наблюдений). Модернизация пакета касалась оптимизации структуры данных и уточнения стохастических моделей случайных вариаций влажной компоненты тропосферной задержки сигнала и разности показаний атомных часов. Основной целью настоящей работы является сравнение результатов РСДБ-определений тропосферной задержки с независимыми ее определениями с помощью Глобальных Навигационных Спутниковых Систем (ГНСС). Показано, что оба эти определения хорошо согласуются между собой только в случае глобального анализа РСДБ-наблюдений, когда наряду с тропосферной задержкой, параметрами синхронизации часов и ориентации Земли уточняются также и координаты РСДБ-станций. Если же координаты станций недостаточно точны и не уточняются из РСДБ-наблюдений, то целесообразно тропосферную задержку тоже не определять из этих наблюдений, а заимствовать ее из независимых ГНСС-данных, находящихся в открытом доступе. Однако для этого необходимо, чтобы техника РСДБ и ГНСС одновременно функционировала на общей наблюдательной площадке. Установлены недостатки общепринятого способа стабилизации глобального решения, связанные с отсутствием критерия для выбора опорных станций и радиосточников. Предложено два способа их устранения: а) введение в алгоритм стабилизации согласованного списка весовых коэффициентов для ошибок координат таких станций и источников; б) принятие согласованного списка станций и источников, уточнение координат которых вообще не требуется в течение определенного времени.

18.03-01.629 Двухкомпонентная структура источника 0014+813 по РСДБ-наблюдениям по программе CONT14. *Титов О.А., Лопез Ю.Р. Письма в Астрон. жс.* 2018. 44, № 3, с. 163-172. Рус.

Рассмотрен способ восстановления структурной задержки протяженных радиосточников без построения радиоизображения. Для этой цели использованы остаточные невязки, полученные после уравнивания геодезических РСДБ-наблюдений. Показано, что простейшая модель радиосточника, состоящего из двух точечных компонент, может быть представлена четырьмя параметрами (угловое разделение компонент, взаимная ориентация относительно направления на полюс, отношение потоков, разница спектральных индексов), которые определяются для каждой базы многобазовой РСДБ-сети. Эффективность данного подхода продемонстрирована на примере оценивания координат радиосточника 0014+813, наблюдавшегося в ходе двухнедельной программы CONT14, организованной Международной РСДБ-службой (IVS) в мае 2014 г. В остаточных невязках наблюдений радиосточника 0014+813 обнаружены большие систематические отклонения. По этим отклонениям можно вычислить усредненные характеристики радиоструктуры объекта 0014+813 на частоте 8.4 ГГц. Моделирование с помощью четырех параметров подтвердило, что источник состоит из двух компонент на угловом расстоянии 0.5 мс дуги по направлению север-юг. Использование структурной задержки при уравнивании наблюдений CONT14 приводит к коррекции средней оценки склонения радиосточника 0014+813 на 0.070 мс дуги.

18.03-01.630 Особенности сверх-эддингтоновских вспышек рентгеновского пульсара LMC X-4 по данным обсерватории NuSTAR. *Штымовский А.Е., Арефьев В.А., Лутовинов А.А., Мольков С.В. Письма в Астрон. жс.* 2018. 44, № 3, с. 173-186. Рус.

Представлены результаты исследования сверх-эддингтоновских вспышек, зарегистрированных от пульсара LMC X-4 обсерваторией NuSTAR в диапазоне энергий 3—79 кэВ. Показано, что спектр пульсара хорошо описывается моделью тепловой комптонизации (COMPTT) как в спокойном состоянии, так и во

время вспышек, когда пиковая светимость источника достигает значений $L_x \sim (2-4) \cdot 10^{39}$ эрг s^{-1} . Важная особенность, впервые исследованная в настоящей работе, состоит в том, что увеличение светимости во время вспышек более чем на порядок наблюдается на энергиях ниже 25–30 кэВ, тогда как на более высоких энергиях (30–70 кэВ) форма спектра и регистрируемый поток от источника остаются практически неизменными. Увеличение светимости сопровождается изменениями в профиле импульса источника — в диапазоне энергий 3–40 кэВ он становится приблизительно треугольным, а доля пульсирующего излучения увеличивается с ростом энергии, достигая 60–70% в диапазоне энергий 25–40 кэВ. В работе обсуждаются возможные изменения в геометрии аккреционной колонки, согласующиеся с подобным изменением спектра и формы импульсов.

18.03-01.631 Излучение сверхвысоких энергий двойной системы Cyg X-3. Синицина В.Г., Синицина В.Ю. Письма в Астрон. ж. 2018. 44, № 3, с. 187-209. Рус.

Cyg X-3 активно исследуется во всем диапазоне электромагнитного спектра от радиодиапазона до ультравысоких энергий. Основываясь на регистрации гамма-излучения ультравысоких энергий, было высказано предположение о том, что Cyg X-3 может быть одним из наиболее мощных источников заряженных частиц космических лучей в Галактике. Представлены результаты долговременных наблюдений области Cygnus X-3 при энергиях 800 ГэВ — 100 ТэВ зеркальным черенковским телескопом ШАЛОН. В 1995 г. в наблюдениях телескопом ШАЛОН был обнаружен новый галактический источник гамма-излучения сверхвысоких энергий, согласующийся по своим координатам с микроквазаром Cyg X-3. Для надежного отождествления обнаруженного источника с Cyg X-3 выполнен анализ и найден орбитальный период 4.8 ч, который является особенностью Cyg X-3. Наблюдались серия вспышек Cyg X-3 при энергиях >800 ГэВ и их корреляция с активностью в рентгеновском и радиодиапазоне. Результаты, полученные в широком диапазоне энергий от Cyg X-3, в том числе в течение периодов событий релятивистских выбросов, необходимы для обнаружения связи и понимания разных компонент аккрецирующей двойной системы.

18.03-01.632 Тестирование шкалы расстояний каталога Gaia TGAS кинематическим способом. Бобылев В.В., Байкова А.Т. Письма в Астрон. ж. 2018. 44, № 3, с. 210-218. Рус.

Изучены совместные и раздельные решения основных кинематических уравнений, полученных с использованием скоростей звезд, вычисленных по данным из каталогов Gaia TGAS и RAVE5.

18.03-01.633 Поиск звездных потоков по данным каталогов RAVE5 и Gaia TGAS. Байкова А.Т., Бобылев В.В. Письма в Астрон. ж. 2018. 44, № 3, с. 219-228. Рус.

Проанализированы пространственные скорости звезд с собственными движениями и тригонометрическими параллаксами из каталога Gaia TGAS в сочетании с лучевыми скоростями из каталога RAVE5.

18.03-01.634 Две популяции солнечных пятен: дифференциальное вращение. Наговицын Ю.А., Певцов А.А., Осипова А.А. Письма в Астрон. ж. 2018. 44, № 3, с. 229-238. Рус.

Для исследования дифференциального вращения групп солнечных пятен по материалам Гринвичского каталога предложен подход, основанный на статистическом рассмотрении гистограмм тех или иных значений долготных скоростей в разных интервалах широт. Показано, что общие статистические распределения скоростей для всех таких интервалов описываются двумя, а не одним нормальным распределением, так что одновременно существуют две фундаментальные моды вращения: быстрая и медленная. Дифференциальность вращения у мод одинакова: коэффициент при \sin^2 в законе Фая — 2.87—2.88 град/сут, экваториальная скорость же значительно различается — 0.27 град/сут. С другой стороны, рассмотрение долготных скоростей ранее выявленных двух различающихся популяций групп солнечных пятен показало, что мелкие короткоживущие группы SSG связаны с быстрой модой вращения, а крупные

долгоживущие LLG — и с быстрой, и с медленной. Полученные результаты не только свидетельствуют о реальном физическом различии двух популяций пятен, но и дают новые эмпирические данные для развития динамо-теории, в частности, для теории пространственно-распределенного динамо.

18.03-01.635 Люминесценция в линиях первичного гелия в дорекомбинационную эпоху. Дубрович В.К., Грачев С.И. Письма в Астрон. ж. 2018. 44, № 4, с. 241-247. Рус.

Рассматривается образование люминесцентных субординатных линий HeI в результате поглощения излучения источника в линиях основной серии HeI в расширяющейся Вселенной.

18.03-01.636 Определение абсолютных величин гигантов красного сгущения балджа Галактики в фильтрах Z и Y обзоров неба телескопом VISTA и в фильтрах прибора iGAC обзоров неба обсерваторией SPITZER. Карасев Д.И., Лутовчиков А.А. Письма в Астрон. ж. 2018. 44, № 4, с. 248-264. Рус.

Исследуются свойства гигантов красного сгущения центральных областей балджа Галактики в фотометрических полосах Z и Y инфракрасного обзора VVV (VISTA/ESO), а также в полосах [3.6], [4.5], [5.8] и [8.0] мкм обзора галактической плоскости GLIMPSE (Spitzer/IRAC).

18.03-01.637 Кинематика звезд каталога TGAS (Gaia DR1). Витязев В.В., Попов А.В., Цветков А.С., Петров С.Д., Трофимов Д.А., Кияев В.И. Письма в Астрон. ж. 2018. 44, № 4, с. 265-276. Рус.

По собственным движениям звезд каталога TGAS (Gaia DR1) произведен анализ поля скоростей звезд главной последовательности и красных гигантов каталога TGAS с гелиоцентрическими расстояниями до 1.5 кпк. Получены четыре варианта кинематических параметров, отвечающих различным способам вычисления расстояний через параллаксы звезд, измеренных с большими относительными ошибками. Установлено, что в рамках модели Огородникова—Милна изменение вариантов расстояний оказывает существенное влияние только на компоненты скорости движения Солнца относительно выбранного центроида звезд, при условии получения решения в узких диапазонах расстояний (0.1 кпк). Оценки всех остальных кинематических параметров изменяются мало. Это обстоятельство позволяет получить надежные оценки коэффициентов Оорта и связанных с ними параметров вращения Галактики, а также всех остальных параметров модели Огородникова—Милна (кроме солнечных членов) независимо от точности измерения параллаксов. Основные результаты, полученные по звездам главной последовательности в диапазоне расстояний от 0.1 до 1.5 кпк: $A=16.29 \pm 0.06$, $B=-11.90 \pm 0.05$, $C=-2.99 \pm 0.06$, $K=-4.04 \pm 0.16$, км/с/кпк, период вращения Галактики $P=217.41 \pm 0.60$ млн. лет. Аналогичные результаты, полученные по красным гигантам в диапазоне от 0.2 до 1.6 кпк: постоянные Оорта $A=13.32 \pm 0.09$, $B=-12.71 \pm 0.06$, $C=-2.04 \pm 0.08$, $K=-2.72 \pm 0.19$, км/с/кпк, период вращения Галактики $P=236.03 \pm 0.98$ млн. лет. Градиент изменения скорости вращения Галактики вдоль радиуса-вектора (наклон кривой вращения Галактики) для звезд главной последовательности равен -4.32 ± 0.08 км/с/кпк, а для красных гигантов -0.61 ± 0.11 км/с/кпк, что говорит о том, что скорость вращения Галактики, определенная по звездам главной последовательности, убывает по мере удаления от центра Галактики быстрее, чем для красных гигантов.

18.03-01.638 Кинематика звезд В-F в зависимости от их нормального цвета по данным Gaia и PCRV. Гончаров Г.А. Письма в Астрон. ж. 2018. 44, № 4, с. 277-293. Рус.

Параллаксы с точностью лучше 10% и собственные движения из каталога Gaia DR1 TGAS, лучевые скорости из Пулковского сводного каталога лучевых скоростей (PCRV), точная фотометрия Tycho-2, теоретические изохроны PARSEC, MIST, YаPSI, BaSTI и наиболее точные оценки покраснения и межзвездного поглощения использованы для анализа кинематики 9543 звезд тонкого диска классов В-F в зависимости от их нормального цвета. Рассматриваемые звезды располагаются на диаграмме Герцшпрунга—Рассела относительно изохрон с точностью в несколько сотых долей звездной величини

ны, т.е. на уровне неопределенности параллакса, фотометрии, покраснения, поглощения и самих изохрон. Это позволило выбрать наиболее правдоподобные оценки покраснения и поглощения и заключить, что в некоторых кинематических исследованиях других авторов покраснение и поглощение существенно недооценены. Благодаря более высокой точности параллаксов TGAS по сравнению с Hipparcos, медианная точность определения компонентов скорости U , V , W в настоящем исследовании улучшилась до 1.7 км/с, хотя за пределами диапазона $-0.1_m < (V_T - V_T)_0 < 0.5^T$ кинематические характеристики заметно смещены из-за неполноты выборки. Подтверждены известные по данным Hipparcos вариации средней скорости звезд относительно Солнца и дисперсии скоростей звезд в зависимости от их нормального цвета. Эти вариации, с учетом оценки возраста рассматриваемых звезд по модели TRILEGAL и по результатам Женевско—Копенгагенского обзора, могут рассматриваться как вариации в зависимости от возраста звезд. Сравнение полученных результатов с результатами других исследований кинематики звезд вблизи Солнца показало, что селекция и недооценка покраснения почти полностью объясняют расхождения между результатами. Дисперсии и средние скорости по результатам надежных исследований помещаются в коридор ± 2 км/с, а отношения $\sigma V/\sigma u$ и $\sigma_w/\sigma u$ — ± 0.05 .

18.03-01.639 Пыль вокруг холодного компонента симбиотических двойных D-типа. Dust around the cool component of D-type symbiotic binaries. *Jurkic T., Kotnik-Karuzo D.* Письма в Астрон. ж. 2018. 44, № 4, с. 294. Англ.

18.03-01.640 Солнечная активность в период маундеровского минимума — сопоставление с минимумом ДАЛЬТОНА. *Огурцов М.Г.* Письма в Астрон. ж. 2018. 44, № 4, с. 295-306. Рус.

Солнечный модуляционный потенциал восстановлен при помощи данных по концентрации ^{10}Be во льдах южной и центральной Гренландии на протяжении более 500 последних лет. Две эти реконструкции, а также четырнадцать других, полученных различными авторами при помощи данных по космогенным изотопам ^{14}C и ^{10}Be , исследованы на временном интервале 1630—1840 гг., охватывающем минимумы Маундера и Дальтона. Произведено обобщение заключенной в шестнадцати указанных палеорекострукциях информации. Показано, что имеющиеся данные о концентрации космогенных изотопов в земных архивах свидетельствуют о том, что активность Солнца в первой части Маундеровского минимума (1645—1680 гг.) была ниже, чем в минимуме Дальтона (1792—1827 гг.), а во второй части (1680—1715 гг.) — значительно ниже. В то же время в начале Маундеровского минимума (1645—1660 гг.) солнечная активность могла достигать значений, заметно превышающих оценки, сделанные на основании данных телескопных наблюдений. Обсуждены возможные причины этих расхождений и направления дальнейших исследований.

18.03-01.641 Гравитационный маневр у Луны как способ уменьшения амплитуды в проекте Спектр—Рентген—Гамма. *Коваленко И.Д., Эйсмонт Н.А.* Письма в Астрон. ж. 2018. 44, № 4, с. 307-314. Рус.

Спектр-Рентген-Гамма (СРГ) — это космическая обсерватория, предназначенная для наблюдения астрофизических объектов в рентгеновском диапазоне электромагнитного спектра. Запуск СРГ запланирован на 2018 г. ракетой-носителем Протон-М с разгонным блоком ДМЗ. Космический аппарат будет доставлен на орбиту вокруг коллинеарной точки либрации L2 системы Земля-Солнце, расположенной на расстоянии ~ 1.5 млн км от Земли. Хотя сегодня схема запуска СРГ уже определена, в этой работе мы рассматриваем альтернативный сценарий выведения аппарата с использованием гравитационного маневра у Луны. Предложенный вариант позволяет осуществить одноимпульсный переход с низкой околоземной орбиты на орбиту с малой амплитудой вокруг точки либрации, выполняя при этом технические ограничения и требования научной миссии.

18.03-01.642 Оптическое отождествление далеких скоплений галактик среди источников сигнала Сюняева—Зельдовича из обзора обсерватории им. Планка. *Буренин Р.А., Бижмаев И.Ф., Хамитов И.М., Зазнобин И.А., Хорунжеев Г.А., Еселевич М.В., Афа-*

насьев В.Л., Додонов С.Н., Рубино-Мартин Х.А., Агзаним Н., Сюняев Р.А. Письма в Астрон. ж. 2018. 44, № 5, с. 317-330. Рус.

Представлены результаты работ по оптическому отождествлению и спектроскопическим измерениям красных смещений скоплений галактик из второго каталога источников сигнала Сюняева—Зельдовича обзора всего неба обсерватории им. Планка, расположенных на высоких красных смещениях $z \ll 0.7-0.9$. Используются данные наблюдений 1,5-мроссийско-турецкого телескопа (РТТ-150), 1,6-м телескопа Саянской обсерватории, 3,5-м телескопа обсерватории Калар-Альто, а также данные 6-м телескопа САО РАН (Большой телескоп азимутальный, БТА). Спектроскопические измерения красных смещений получены для семи далеких скоплений галактик, включая одно скопление, PSZ2 G126.57+51.61, которое входит в космологическую выборку обзора. В центральных областях двух скоплений PSZ2 G069.39+68.05 и PSZ2 G087.39-34.58 обнаружены дуги сильного гравитационного линзирования далеких галактик, одна из которых находится на красном смещении $z=4.262$. Данные, представленные ниже, примерно удваивают число известных скоплений галактик в обзоре обсерватории им. Планка на высоких красных смещениях, $z \ll 0.8$.

18.03-01.643 Нуклеосинтез при взрыве термоядерной сверхновой. *Панов И.В., Глазырин С.И., Рёнке Ф., Блинные С.И.* Письма в Астрон. ж. 2018. 44, № 5, с. 331-337. Рус.

Вспышки сверхновых являются столь яркими объектами, что их возможно наблюдать даже при больших красных смещениях. Некоторые типы таких событий, например тип Ia (термоядерные), обладают особенностями кривой блеска, что позволяет их использовать для космологических приложений. Кривая блеска определяется деталями развития динамики взрыва и нуклеосинтеза: в частности, зависит от количества образовавшихся в ходе взрыва элементов железного пика. В данной работе обсуждаются процессы горения в таких объектах и особенности моделирования турбулентности в них, что необходимо для корректного гидродинамического описания процесса взрыва. Непосредственный расчет нуклеосинтеза проведен на зависимостях температуры и плотности, полученных в имеющихся 3D гидродинамических расчетах взрыва. Показано, что в рассмотренной модели предсверхновой, расчетные распространности элементов от углерода до элементов железного пика находятся в хорошем согласии как с наблюдениями, так и с расчетами других авторов. При этом g-элементы, в связи с медленной эволюцией плотности и температуры, не образуются даже при максимальном для данной модели избытке нейтронов ($Y_e \sim 0.47$).

18.03-01.644 Кривые блеска сверхновой типа II-P SN 2017eaw: первые 200 дней. *Цветков Д.Ю., Шугаров С.Ю., Волков И.М., Павлюк Н.Н., Возжова О.В., Шатский Н.И., Никифорова А.А., Троицкий И.С., Троицкая Ю.В., Бакланов П.В.* Письма в Астрон. ж. 2018. 44, № 5, с. 338-346. Рус.

Представлены результаты UVBRI фотометрии сверхновой типа II-P 2017eaw в NGC 6946, полученные за период с 14 мая по 7 декабря 2017 г. на нескольких телескопах, в том числе на 2,5-м телескопе Кавказской Горной обсерватории ГАИШ МГУ. Определены даты и звездные величины в максимуме блеска и параметры кривых блеска. Обсуждается эволюция цветов, поглощение и максимальная светимость SN 2017eaw. Результаты предварительного радиационно-газодинамического моделирования кривых блеска кодом STELLA удовлетворительно описывают данные наблюдений в фильтрах UVBRI.

18.03-01.645 Космические лучи вблизи Проксимы Центавра b. *Садовский А.М., Струминский А.Б., Белов А.* Письма в Астрон. ж. 2018. 44, № 5, с. 347-353. Рус.

Открытие планеты земной группы, вращающейся вокруг Проксимы Центавра, привело к множеству работ, обсуждающих возможные условия на этой планете. Поскольку в солнечной системе основные факторы, определяющие космическую погоду, — это солнечный ветер и космические лучи (КЛ), представляется важным понять, каковы параметры звездного ветра, галактических и звездных КЛ около экзопланет. На основе

имеющихся данных представлены оценки скорости и плотности звездного ветра, возможных потоков и флюенсов космических лучей около Проксимы b. Получено, что вследствие модуляции галактические КЛ практически отсутствуют в районе орбиты Проксимы b, вплоть до энергий частиц порядка 1 ТэВ. Тем не менее более мощные и частые, по сравнению с Солнцем, вспышки на Проксиме Центавра могут ускорять частицы до максимальных энергий порядка 3150ав ГэВ (параметры $a, v < 1$), поэтому интенсивность звездных космических лучей в астрофере может оказаться сравнимой с интенсивностью низкоэнергичных КЛ в гелиосфере.

18.03-01.646 Подфотосферный резонатор и локальные колебания в солнечных пятнах. Жугжда Ю.Д. Письма в Астрон. жс. 2018. 44, № 5, с. 354-360. Рус.

Определены условия, при которых подфотосферный резонатор на медленных волнах может быть ответственным за локальные колебания в солнечном пятне. Богатый спектр локальных трехминутных колебаний может быть создан подфотосферным резонатором только, если магнитное поле в магнитной трубке резонатора существенно меньше окружающего магнитного поля пятна. Этому условию удовлетворяют восходящие конвективные струи горячей плазмы в магнитном поле пятна. Следовательно, должна быть корреляция между локальными колебаниями и яркими точками в пятне, поскольку последние создаются конвективными струями. Различные режимы работы подфотосферного резонатора приводят к появлению волновых пакетов трехминутных колебаний и пятенных поярчений. Показано, что при определенных условиях возбуждения колебаний в подфотосферном резонаторе возможно возникновение гигантских локальных поярчений в пятне.

18.03-01.647 Осреднение уравнений планетной задачи в астроцентрической системе отсчета. Микрюков Д.В. Письма в Астрон. жс. 2018. 44, № 5, с. 361-375. Рус.

Строится система осредненных уравнений планетного движения вокруг центральной звезды. Используется астроцентрическая система координат. Рассматривается двухпланетная задача, однако все построения легко обобщаются на случай произвольного числа N планет. Движение исследуется в модифицированных (комплексных) канонических элементах Пуанкаре. Осреднение выполняется методом Хори—Депри по быстрым средним долгогам до второго порядка относительно планетных масс. Разложение возмущающей функции строится с помощью коэффициентов Лалласа. Даны некоторые члены разложения возмущающей функции и первые члены разложения осредненного гамильтониана. Результаты настоящей работы могут быть использованы для исследования эволюции орбит с умеренными значениями эксцентриситетов и наклонов в различных планетных системах.

18.03-01.648 Исследование и классификация спектров SDSS для галактик выборки Бюракан-IRAS. Мукаелян А.М., Арутюнян Г.С., Саркисян А. Письма в Астрон. жс. 2018. 44, № 6, с. 383-394. Рус.

На основе оптических отождествлений объектов каталога точечных источников спутника IRAS (PSC) на высоких галактических широтах была создана выборка Бюракан-IRAS-овских галактик. В результате были отождествлены 1178 галактик, 172 из которых наблюдались спектроскопически с 2.6-м телескопом Бюраканской астрофизической обсерватории (БАО, Армения), 6-м телескопом Специальной астрофизической обсерваторией (САО, Россия) и 1.93-м телескопом Обсерватории Верхнего Прованса (ОНП, Франция). Позднее в Слоановском цифровом обзоре неба (SDSS) были получены спектры для еще 83 объектов BIG. Мы извлекли и исследовали эти спектры, классифицировали их и измерили их спектральные особенности. Были построены диагностические схемы для того, чтобы различить галактики со звездообразованием (SB), LINER и сейфертовские галактики. Для этих объектов были выполнены кросс-корреляции с многоволновыми (MW) каталогами, изучены их физические свойства. Среди этих 83 объектов были выявлены 55 Н II и 8 сейфертовских галактик, 2 LINER-галактики, 4 других AGN, 6 объектов с составными спектрами и 8 других галактик с эмиссионными линиями. Три из этих объектов — ультраяркие инфракрасные галактики (ULIRG).

18.03-01.649 Определение спинов сверхмассивных черных дыр на основе стандартной модели аккреционного диска Шакуры—Сюняева и поляриметрических наблюдений. Афанасьев В.Л., Гнедин Ю.Н., Пиотровская М.Ю., Булига С.Д., Нацвлишвили Т.М. Письма в Астрон. жс. 2018. 44, № 6, с. 395-403. Рус.

На основе данных спектрополяриметрии 47 активных ядер галактик первого типа, наблюдавшихся на 6-м телескопе БТА, получены оценки величины спинов сверхмассивных черных дыр в центре этих галактик. Определение спинов выполнено на основе стандартной модели аккреционного диска Шакуры—Сюняева. Показано, что около 70% исследованных активных ядер галактик имеют сверхмассивные черные дыры керровского типа со значением безразмерного спина более 0.9.

18.03-01.650 Необычная сверхновая iPTF14hls: попытка интерпретации. Чугай Н.Н. Письма в Астрон. жс. 2018. 44, № 6, с. 404-412. Рус.

Показано, что светимость Na и величина томсоновской оптической толщины сверхновой iPTF14hls на 600-й день после обнаружения дают возможность оценить возраст оболочки на этой стадии, который оказывается около 1000 дней. Предложена модель, которая предполагает взрыв массивной звезды с радиусом около $2 \cdot 10^{13}$ см за 450 дней до обнаружения. В оптимальной модели масса выброшенной оболочки 30 M_{\odot} с кинетической энергией $8 \cdot 10^{51}$ эрг. Источник энергии на основной стадии свечения предположительно связан с релятивистскими биполярными потоками, которые порождаются дисковой аккрецией на черную дыру. Показано, что дублет [O I] 6300, 6364 Å в спектре на 600-й день является результатом свечения по крайней мере 1—3 M_{\odot} кислорода в центральной зоне оболочки. Распределение кислорода асферичное и может быть представлено как двумя компонентами с синим и красным смещением (в оптический тонком случае), так и одним компонентом с синим смещением в случае оптически толстых линий при факторе заполнения кислорода $2 \cdot 10^{-3}$.

18.03-01.651 Низкочастотные квазипериодические осцилляции излучения рентгеновской новой MAXI J1535-571 на начальной стадии вспышки 2017 г. Мереминский И.А., Гребнев С.А., Просветов А.В., Семена А.Н. Письма в Астрон. жс. 2018. 44, № 6, с. 413-425. Рус.

Сообщается об открытии в спектре мощности излучения рентгеновской новой MAXI J1535-571 низкочастотных квазипериодических осцилляций на начальной этапе ее вспышки в сентябре 2017 г. По данным приборов обсерваторий SWIFT и INTEGRAL прослежена эволюция параметров осцилляций (прежде всего их частоты) со временем и их корреляция с изменениями в рентгеновском спектре источника (изменениями потока и жесткости излучения). Поставлены ограничения на теоретические модели возникновения квазипериодических осцилляций.

18.03-01.652 Верхний предел на избыток никеля в ветре сверхкритического аккреционного диска SS 433 по данным рентгеновской спектроскопии. Медведев П.С., Хабибуллин И.И., Сазонов С.Ю., Чуразов Е.М., Цыганков С.С. Письма в Астрон. жс. 2018. 44, № 6, с. 426-449. Рус.

Представлен анализ длительного (продолжительностью 120 килосекунд) рентгеновского наблюдения уникального Галактического микроквазара SS 433, проведенного космической обсерваторией XMM-Newton, с целью поиска флуоресцентной линии нейтрального (или слабо ионизованного) никеля на энергии 7.5 кэВ. Рассмотрены две модели формирования флуоресцентных линий в спектре SS 433: 1) в результате отражения излучения предполагаемого центрального рентгеновского источника системы от оптически толстого нейтрального газа стенок “канала” сверхкритического диска; и 2) при прохождении излучения от горячего основания джетов через оптически тонкий по томсоновскому рассеянию ветер системы. Показано, что для двух рассмотренных случаев поток в линии Ni I K α ожидается на уровне 0.45 от потока во флуоресцентной линии Fe I K α 6.4 кэВ для относительного обилия никеля $Z_{\text{Ni}}/Z = 10$, наблюдаемого в джетах SS 433. Для модели континуума без абсорбционного

скачка на нейтральном железе найден верхний предел на поток в узкой флуоресцентной линии Ni I K α , равный $0.9 \cdot 10^{-5}$ фот/с/см² (90% уровень значимости). В модели континуума с абсорбционным скачком верхний предел на поток в линии Ni I K α определен на уровне $2.5 \cdot 10^{-5}$ фот/с/см². Полученный результат означает, что избыток обилия никеля в ветре аккреционного диска должен быть как минимум в полтора раза меньше соответствующего избытка никеля, наблюдаемого в джетах SS 433.

18.03-01.653 Влияние неупругих столкновений с атомами водорода на определение содержания кислорода с учетом отклонений от ЛТР. *Ситнова Т.М., Машонкина Л.И. Письма в Астрон. ж.* 2018, 44, № 6, с. 450-458. Рус.

Представлены результаты моделирования формирования линий O I в неравновесных условиях в атмосферах FG-звезд. Статистическое равновесие O I рассчитано с использованием квантовомеханических скоростей неупругих столкновений с атомами водорода, полученных Барклемом.

18.03-01.654 Математическое моделирование гравитационно-оптического феномена в центре Млечного Пути. *Леус В.А. Инженерная физика.* 2018, № 2, с. 53-61. Рус.

Астрономические данные, полученные из наблюдений загадочного объекта, притаившегося в самом центре нашей Галактики, дают основания ожидать оптический феномен, возможный в силу искривления световых лучей. Расположение гигантского коллапсара (сверхмассивной «черной дыры») в центре Галактики и наличие плотного звездного скопления вокруг него позволяют предложить новую модель, существенно использующую исключительно тесную «толпу» звезд и сопутствующие всевозможные отклонения света от прямолинейных путей. Как следствие, можно предсказать существование сияющего оптического ореола, который должен наблюдаться в ближнем инфракрасном диапазоне длин волн.

18.03-01.655 Диссипационный механизм красного смещения и отсутствие в природе Большого взрыва. *Липтузов А.И. Инженерная физика.* 2018, № 3, с. 56-61. Рус.

Предложен согласующийся с наблюдениями механизм красного смещения галактических фотонов, в основе которого лежит импульсное излучение электроном энергии электромагнитных волн в тот короткий интервал времени, когда он находится внутри конечного объема фотона — сгустка энергии электромагнитного поля, распространяющегося со скоростью света в вакууме строго только в одном каком-то направлении. Нет необходимости введения странной гипотезы об ускоренном расширении Вселенной, т.к. данные наблюдений красного смещения фотонов от далеких галактик естественным образом объясняются этим механизмом.

18.03-01.656 Возможности и ограничения орбитальных космических станций для проведения астрофизических экспериментов. *Сербинов Д.В., Семенин Н.П., Павлинский М.Н., Арефьев В.А. Инженерная физика.* 2018, № 4, с. 33-48. Рус.

Приводится обзор факторов, действующих на научную аппаратуру орбитальных космических станций в полете. Проводится анализ влияния каждого фактора на астрофизические приборы. Рассматриваются способы обеспечения заданных характеристик научной аппаратуры в условиях воздействия этих факторов на примерах реальных астрофизических экспериментов. Из этого анализа следует, что существенными недостатками орбитальных космических станций являются сильно переменные тепловые условия на орбитах этих станций и их собственная внешняя атмосфера. Также разработчикам астрофизической аппаратуры следует учитывать наличие постоянных микровибраций на космической станции, которые могут стать причиной микрофонного эффекта в аппаратуре. Кроме того, орбитальные станции имеют большие погрешности в ориентации. Основными преимуществами космических станций являются относительно комфортные радиационные условия на их орбитах и возможность использования ресурсов станции.

18.03-01.657 Природа красных смещений в спектрах

далеких галактик. *Баренбаум А.А. Инженерная физика.* 2018, № 6, с. 18-23. Рус.

Предложен недоплеровский механизм красных смещений в спектрах далеких галактик, основанный на трех фундаментальных физических законах: сохранения энергии, всемирного тяготения и постоянства скорости света. В соответствии с этим механизмом, красные смещения по закону Хаббла объяснены потерей фотонами энергии в результате преодоления ими силы гравитационного притяжения космической среды на пути от далеких галактик к Земле. Постоянная Хаббла выражена теоретической формулой. По величине постоянной Хаббла вычислена средняя плотность вещества в Метагалактике. Подтверждены представления Галактоцентрической парадигмы, согласно которым этим «веществом» являются находящиеся в межгалактическом пространстве давно проэволюционировавшие звезды малых масс, слабо проявляющие себя в излучении. Получена оценка плотности таких звезд в межгалактическом пространстве. Обсуждаются некоторые другие следствия этой концепции.

18.03-01.658 Разработка численного подхода в теории физической либрации в рамках «главной проблемы». *Загидуллин А.А., Петрова Н.К., Усанчи В.С., Нефедьев Ю.А., Глушков М.В. Ученые записки Казанского государственного университета. Серия Физико-математические науки.* 2017, 159, № 4, с. 529-546. Рус.

Проведено построение численной теории вращения Луны. Математическая модель вращения Луны рассмотрена в рамках «главной проблемы». Уравнения вращения получены на основе гамильтонова подхода. Полученные дифференциальные уравнения решались с помощью метода Рунге—Кутты 10-го порядка точности. Результаты проанализированы на основе остаточных разностей (между численным и аналитическим решениями). Амплитуда остаточной разности по долготе не превосходит по модулю 1.8 а по широте — 0.9". Это достаточно большое расхождение обусловлено неточностью начальных условий, приводящих к появлению ложных гармоник с большими амплитудами.

18.03-01.659 Исследования области перехода от галактических к внегалактическим космическим лучам на установках для регистрации широких атмосферных ливней. *Буднев Н.М., Иванова А.Л., Калмыков Н.Н. Вестник МГУ. Серия 3: Физика. Астрономия.* 2017, № 6, с. 3-17. Рус.

Рассмотрены результаты изучения энергетического спектра и состава первичных космических лучей методом регистрации широких атмосферных ливней. Приводится обзор наземных установок, ведущих такие исследования, и краткое описание методик восстановления характеристик первичных частиц по экспериментальным данным. Особое внимание уделено энергетическому диапазону 10^{16} — 10^{18} эВ, в котором ожидается смена галактических космических лучей на внегалактические. Отдельно рассмотрен комплекс установок, созданный в Тункинской долине специально для изучения этого диапазона.

18.03-01.660 Комментарий к работе "слабые" измерения и сверхсветовая коммуникация" (Вест. Моск. ун-та. Физ. Астрон. 2016. №5. С. 21-25). *Белинский А.В. Вестник МГУ. Серия 3: Физика. Астрономия.* 2017, № 6, с. 126-127. Рус.

Проведены расчеты, согласно которым измерения, проведенные по схеме, предложенной в комментируемой работе, до и после коллапса вектора состояния не отличаются друг от друга.

18.03-01.661 Навигация по рентгеновским пульсарам в космическом пространстве. *Сажин М.В., Жаров В.Е, Милоков В.К, Пиширков М.С, Семенцов В.Н, Сажина О.С. Вестник МГУ. Серия 3: Физика. Астрономия.* 2018, № 2, <http://vmu.phys.msu.ru/toc/2018/2>. Рус.

Рассмотрена задача автономного определения положения космического аппарата в пространстве на основе анализа импульсов, излучаемых рентгеновскими пульсарами. Приводятся характеристики перспективной приемной аппаратуры и списки пульсаров — кандидатов в опорные источники. Обосновывает-

ся алгоритм навигации и результирующие точностные характеристики.

18.03-01.662 Квазипериодические вариации солнечной активности и космических лучей. *Охлопков В.П.* *Вестник МГУ. Серия 3: Физика. Астрономия.* 2018, № 2, <http://vmu.phys.msu.ru/toc/2018/2>. Рус.

Исследованы квазипериодические вариации различных проявлений солнечной активности, параметров межпланетной среды, потока галактических космических лучей (ГКЛ) по данным стратосферного зондирования и измерений нейтронными мониторами. В диапазоне периодов менее 5 лет выделяются группы спектральных составляющих с периодами около двух лет, 1,3 года и одного года. Особое внимание уделено квазидвухлетним вариациям ГКЛ, которые вызваны аналогичными вариациями в среднем магнитном поле Солнца, играют важную роль в процессах солнечной активности.

18.03-01.663 Циклические вариации потоков солнечного излучения в начале XXI века. *Бруевич Е.А., Бруевич В.В., Якунина Г.В.* *Вестник МГУ. Серия 3: Физика. Астрономия.* 2018, № 2, <http://vmu.phys.msu.ru/toc/2018/2>. Рус.

Анализируется солнечная активность в текущем 24 цикле. Проведены оценки циклических вариаций числа солнечных пятен (SSN) и потоков излучения в различных спектральных диапазонах в сравнении с общим уровнем излучения Солнца, традиционно определяемым по потоку радиоизлучения $F_{10.7}$ на волне 10.7 см (2.8 ГГц). Сравнительный анализ вариаций солнечной постоянной и солнечных индексов в УФ-диапазоне, важных параметров для моделирования состояния земной атмосферы, в слабом 24 цикле и сильных 22 и 23 циклах показал относительные различия в амплитудах вариаций от минимума к максимуму цикла. Учет влияния эффекта гистерезиса между индексами активности и $F_{10.7}$ в 24 цикле дает возможность уточнить прогноз УФ-индексов и солнечной постоянной в зависимости от коэффициентов квадратичной регрессии, связывающие солнечные индексы с $F_{10.7}$, в зависимости от фазы цикла.

18.03-01.664 Исследование возможностей моделирования процессов несимметричного взрыва и разлета сверхновых звезд в условиях лазерного эксперимента. *Кучугов П.А., Змитренко Н.В., Розанов В.Б., Ягин Р.А., Степанов Р.В.* *Письма в ЖЭТФ.* 2018. 107, № 7, с. 411-417. Рус.

Работа посвящена моделированию процессов взрыва и разлета лазерных мишеней, которые в условиях эксперимента позволили бы лучше понять причину наблюдаемого несимметричного распределения веществ в облаке остатков некоторых сверхновых звезд (например, сверхновой Кассиопея А). На основе анализа критериев гидродинамического подобия условий, характерных для астрофизического объекта и эксперимента, предложены мишени для значений поглощенной лазерной энергии в диапазоне 1–100 кДж. Статья является продолжением серии ранее опубликованных работ по исследованию сверхновых звезд и возможности моделирования ряда процессов, наблюдаемых при взрыве сверхновых звезд, таких как движение ударной волны по веществу, развитие гидродинамических неустойчивостей на границах разноплотных оболочек, крупно-

масштабное перемешивание слоев центральной области звезды с элементами, изначально расположенными на периферии облака остатков, в лабораторных условиях с помощью мощных лазеров. Исследования проведены на основе численного моделирования взрыва и разлета мишеней по одномерным и двумерным гидродинамическим программам.

18.03-01.665 Новые ограничения на константу связи аксиона с фотоном для солнечных аксионов. *Гаврилюк Ю.М., Гангалпиев А.Н., Дербин А.В., Драчнев И.С., Казалов В.В., Кобычев В.В., Кузьминов В.В., Муратова В.Н., Панасенко С.И., Раткевич С.С., Текуева Д.А., Унжаков Е.В., Якименко С.П.* *Письма в ЖЭТФ.* 2018. 107, № 10, с. 617-622. Рус.

Проведен поиск резонансного возбуждения первого ядерного уровня ядра $^{83}\text{Kг}$ (9.494 кэВ) аксионами, образующимися на Солнце в результате эффекта Примакова. Для регистрации γ - и рентгеновских квантов, конверсионных и Оже электронов, возникающих при разрядке ядерного уровня, использовался газовый пропорциональный счетчик, расположенный в низкофоновой установке в подземной лаборатории Баксанской нейтринной обсерватории (БНО) ИЯИ РАН. В результате получено новое ограничение на константу связи аксиона с фотоном и массу аксиона $|g_{A\gamma}\cdot m_A| \leq 6.3 \cdot 10^{-17}$, которое в модели адронного аксиона соответствует новому ограничению на массу аксиона $m_A \leq 12.7$ эВ для 95% у.д.

18.03-01.666 Стабилизация астрономических изображений с помощью управляемого плоского зеркала. *Бокало С.Ю., Бокашов И.М., Ляхов Д.М., Пижулев С.В., Черных А.В.* *Автометрия.* 2018. 54, № 1, с. 54-60. Рус.

Разработан опытный образец ключевого элемента адаптивно-оптической системы — корректора наклонов световых пучков, представляющего собой плоское управляемое зеркало. Реализован алгоритм коррекции атмосферных искажений световых волн низкой интенсивности, создано программное обеспечение, функционирующее в режиме реального времени. В лабораторных экспериментах достигнуто значение ширины полосы замкнутой системы 100 Гц. Перспективность применения созданного программного обеспечения подтверждена в ходе дневных наблюдений за звёздами.

18.03-01.667 Оценивание времени регулирования робастной системы управления угловым движением искусственного спутника Земли. *Жуматаева Ж.Е.* *Вестник Кыргызско-Российского Славянского ун-та.* 2017. 17, № 8, с. <https://www.krsu.edu.kg/vestnik/2017/v8/index.html#s1>. Рус.

Предлагается подход к построению и оцениванию времени регулирования робастно устойчивой системы управления угловым движением искусственного спутника Земли, закон управления которой задается в форме функций катастроф “гиперболическая омблика”. Исследование устойчивости выполняется на основе алгебраического критерия Гурвица. Оценивание времени регулирования производится для соответствующих стационарных состояний.

См. также **18.03-01.524, 18.03-01.525, 18.03-01.526, 18.03-01.527, 18.03-01.534, 18.03-01.537, 18.03-01.542, 18.03-01.543, 18.03-01.550, 18.03-01.551**

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

- A**
 Ameer H. 18.03-01.538
 Aubry J.-F. 18.03-01.11
- B**
 Benzeguir R. 18.03-01.538
- C**
 Chakraborty A. 18.03-01.565
 Chapelon J.-Y. 18.03-01.11
 Cirilo-Lombardo D.J. 18.03-01.570
 Cleveland R.O. 18.03-01.11
 Crum L.A. 18.03-01.11
- D**
 Duck F.A. 18.03-01.11
- H**
 Hand J.W. 18.03-01.11
 He L.C. 18.03-01.84
 Hill K. 18.03-01.11
 Holland C.K. 18.03-01.11
 Hu Z. 18.03-01.190
 Hynynen K.H. 18.03-01.11
- J**
 Jurkic T. 18.03-01.639
- K**
 Kamla Y. 18.03-01.538
 Kotnik-Karuza D. 18.03-01.639
- L**
 Lewin P.A. 18.03-01.11
- M**
 Mayochi M. 18.03-01.570
 McGough R.J. 18.03-01.11
 Minotti F.O. 18.03-01.570
 Mourad P.D. 18.03-01.11
 Muratore R. 18.03-01.11
- N**
 Nagaraja Ja. 18.03-01.32
 Narayan A. 18.03-01.565
- O**
 O'Brien W.D.(Jr.) 18.03-01.11
- P**
 Pang J. 18.03-01.84
 Puzyrev E.M. 18.03-01.152
- S**
 Sahel D. 18.03-01.538
 Salomatov A.V. 18.03-01.152
 Salomatov V.V. 18.03-01.152
- T**
 ter Haar G. 18.03-01.11
- V**
 Venkatesham B. 18.03-01.32
 Vigh C.D. 18.03-01.570
- Z**
 Zhao Z.L. 18.03-01.84
- A**
 Абабков Н.В. 18.03-01.508
 Абалакин И.В. 18.03-01.390,
 18.03-01.391
 Абашев В.М. 18.03-01.371
 Абделхеди М. 18.03-01.74
 Абдрахимов А.М. 18.03-01.557
 Абдуракипов С.С. 18.03-01.348
 Абрамова О.А. 18.03-01.115
 Абрашкин А.А. 18.03-01.132
 Авдюшев В.А. 18.03-01.584
 Аверин С.В. 18.03-01.142,
 18.03-01.150
 Авилов К.В. 18.03-01.335
 Агафонов М.И. 18.03-01.594,
 18.03-01.605
 Агеев Е.В. 18.03-01.488
 Агханян Н. 18.03-01.642
 Адамень Ф.Ф. 18.03-01.556
 Адамова М.Е. 18.03-01.118
 Айриян А.С. 18.03-01.109
 Айрян Е.А. 18.03-01.109
 Акиншин Р.Н. 18.03-01.363
 Акоюн В.Б. 18.03-01.11
 Аксенов А.Г. 18.03-01.608
 Акуличев В.А. 18.03-01.205
 Александров В.А. 18.03-01.295,
 18.03-01.321, 18.03-01.323,
 18.03-01.417, 18.03-01.546
 Александрова А.Г. 18.03-01.584,
 18.03-01.590
 Александрова Д.М. 18.03-01.351
 Александрович А.П. 18.03-01.273
 Алексеев Б.Н. 18.03-01.279,
 18.03-01.312
 Алексеев Г.В. 18.03-01.457
 Алексеев И.Ю. 18.03-01.622
 Алехин Ю.Г. 18.03-01.488
 Аль-Обайди Л.М.Р. 18.03-01.510
 Аммосов П.П. 18.03-01.592
 Аммосова А.М. 18.03-01.592
 Андреев М.Я. 18.03-01.236,
 18.03-01.294
 Андриасян А.В. 18.03-01.394
 Андропова А.О. 18.03-01.394
 Андрущенко В.А. 18.03-01.395
 Анисимкин В.И. 18.03-01.68,
 18.03-01.137
 Анненкова Е.А. 18.03-01.100
 Антипов В.А. 18.03-01.248,
 18.03-01.262, 18.03-01.276
 Антонинова А.А. 18.03-01.509
 Антонов С.Н. 18.03-01.147
 Антонова М. 18.03-01.154
 Апетян А.А. 18.03-01.626
 Арефьев В.А. 18.03-01.630,
 18.03-01.656
 Арефьев К.Ю. 18.03-01.392
 Арутюнян Г.С. 18.03-01.648
- Б**
 Архаров А.А. 18.03-01.595
 Астапенко Н.В. 18.03-01.500
 Астафьев П.А. 18.03-01.105
 Асташев В.К. 18.03-01.356
 Атауллин Ф.Р. 18.03-01.484
 Атаулов Р.В. 18.03-01.458
 Афанасьев В.Л. 18.03-01.599,
 18.03-01.642, 18.03-01.649
 Афанасьев К.М. 18.03-01.453
 Афанасьев М.А. 18.03-01.494
 Афанасьева С.А. 18.03-01.363
 Ахатов И.Ш. 18.03-01.115
 Ахметзянов И.М. 18.03-01.418,
 18.03-01.423
 Ахметова О.В. 18.03-01.413
 Ахременко А.С. 18.03-01.530
 Ахремчик О.Л. 18.03-01.514
- Б**
 Бабурова О.В. 18.03-01.525
 Бадриев И.Б. 18.03-01.70
 Баев А.В. 18.03-01.65, 18.03-01.69
 Баева Л.С. 18.03-01.480
 Баженова Л.А. 18.03-01.377
 Базилевская Г.А. 18.03-01.567
 Базилевский А.Т. 18.03-01.557
 Базулев И.И. 18.03-01.514
 Базулин Е.Г. 18.03-01.52
 Байкова А.Т. 18.03-01.632,
 18.03-01.633
 Бакланов Е.Н. 18.03-01.51,
 18.03-01.206, 18.03-01.224,
 18.03-01.225, 18.03-01.237,
 18.03-01.238
 Бакланов П.В. 18.03-01.644
 Бакулин А.Е. 18.03-01.289
 Балабаев С.М. 18.03-01.297,
 18.03-01.298
 Балабанов П.В. 18.03-01.444
 Балабин Ю.В. 18.03-01.583
 Балакший В.И. 18.03-01.27
 Баландин В.В. 18.03-01.368,
 18.03-01.368
 Балахонов К.А. 18.03-01.229
 Балашов А.А. 18.03-01.402
 Балык О.А. 18.03-01.418,
 18.03-01.423
 Баяев И.А. 18.03-01.626
 Баничук Н.В. 18.03-01.460
 Баранникова С.А. 18.03-01.57
 Баранов Б.В. 18.03-01.209
 Баренбаум А.А. 18.03-01.657
 Баркин М.Ю. 18.03-01.555
 Барсук В.Е. 18.03-01.506
 Барышев Д.А. 18.03-01.37
 Басалаев А.Е. 18.03-01.526
 Басов В.В. 18.03-01.546
 Батмунх Н. 18.03-01.612
 Батов А.В. 18.03-01.571
 Батурин А.П. 18.03-01.591
 Бахвалов П.А. 18.03-01.390
 Бахолдин И.Б. 18.03-01.30
 Бахтигараев Н.С. 18.03-01.619
 Бахтин Б.Н. 18.03-01.453
 Башаров М.М. 18.03-01.111
 Бедарев И.А. 18.03-01.350
 Беклемышева К.А. 18.03-01.450
 Белик В.Д. 18.03-01.362
 Беликова Е.В. 18.03-01.278
 Беликова О.Н. 18.03-01.600
 Белинский А.В. 18.03-01.544,
 18.03-01.660

Белов А. 18.03-01.645
 Белов А.И. 18.03-01.212
 Белов Б.П. 18.03-01.216
 Белов В.В. 18.03-01.336
 Белов В.К. 18.03-01.97
 Белов Ю.И. 18.03-01.541
 Белова Н.И. 18.03-01.180,
 18.03-01.185
 Беляев А.К. 18.03-01.61
 Беляев В.С. 18.03-01.601
 Беляев И.В. 18.03-01.342
 Беляева К.О. 18.03-01.55
 Белякин С.Т. 18.03-01.367
 Бендерский Л.А. 18.03-01.403
 Береславский Э.Н. 18.03-01.409
 Беркутов И.В. 18.03-01.158
 Беркутов Р.Н. 18.03-01.167,
 18.03-01.168, 18.03-01.171,
 18.03-01.172, 18.03-01.173,
 18.03-01.184, 18.03-01.187,
 18.03-01.287, 18.03-01.292,
 18.03-01.296
 Бернгардт О.И. 18.03-01.582
 Бескин В.С. 18.03-01.553
 Бивол Г.Ю. 18.03-01.351
 Бикмаев И.Ф. 18.03-01.642
 Бикулова Д.А. 18.03-01.626
 Биматов В.И. 18.03-01.393
 Бирюков В.А. 18.03-01.408
 Бирюков И.Р. 18.03-01.175
 Бисикало Д.В. 18.03-01.619
 Бисноватый-Коган Г.С. 18.03-01.601,
 18.03-01.614
 Блинков Ю.А. 18.03-01.90
 Блинкова А.Ю. 18.03-01.90
 Блинные С.И. 18.03-01.643
 Бобровницкий Ю.И. 18.03-01.453,
 18.03-01.454
 Бобровский И.В. 18.03-01.174,
 18.03-01.217, 18.03-01.230,
 18.03-01.231
 Бобылев В.В. 18.03-01.632,
 18.03-01.633
 Богданов А.Н. 18.03-01.396
 Богданович М.Л. 18.03-01.196
 Боголепов В.В. 18.03-01.405
 Боголюбов Б.Н. 18.03-01.306
 Богородский А.В. 18.03-01.210,
 18.03-01.211
 Бодров Е.В. 18.03-01.364
 Бокало С.Ю. 18.03-01.666
 Бокашов И.М. 18.03-01.666
 Болшев М.М. 18.03-01.551
 Болсуновский А.Л. 18.03-01.387
 Большагин Н.Н. 18.03-01.24
 Бондарь А.В. 18.03-01.594,
 18.03-01.605
 Бордовицына Т.В. 18.03-01.590
 Борнев И.А. 18.03-01.536
 Борисенков И.Л. 18.03-01.363
 Борисов А.В. 18.03-01.179
 Борисов В.И. 18.03-01.33
 Борманис К. 18.03-01.154
 Боровой В.Я. 18.03-01.366
 Бородачева И.А. 18.03-01.393
 Бородин М.А. 18.03-01.220,
 18.03-01.244, 18.03-01.259
 Бородина И.А. 18.03-01.522
 Босняков С.М. 18.03-01.382
 Ботвина Л.Р. 18.03-01.504
 Бочкарев А.В. 18.03-01.63
 Бочкарев Н.Г. 18.03-01.594,
 18.03-01.605
 Брагов А.М. 18.03-01.368
 Бруевич В.В. 18.03-01.663

Бруевич Е.А. 18.03-01.663
 Брутян М.А. 18.03-01.376
 Брыкина И.Г. 18.03-01.543
 Бубнов Е.Я. 18.03-01.424
 Бубнова Т.В. 18.03-01.582
 Бубукин И.Т. 18.03-01.605
 Буданов А.В. 18.03-01.160
 Буднев Н.М. 18.03-01.659
 Бузверя Н.П. 18.03-01.387
 Буйло С.И. 18.03-01.496
 Букатов А.А. 18.03-01.130
 Букатов А.Е. 18.03-01.130
 Буланов В.А. 18.03-01.205
 Булат П.В. 18.03-01.357
 Булатов В.В. 18.03-01.133,
 18.03-01.191
 Булдакова И.В. 18.03-01.516
 Булига С.Д. 18.03-01.599,
 18.03-01.649
 Бункин А.Ф. 18.03-01.110
 Бураковский П.Е. 18.03-01.436,
 18.03-01.439
 Буренин Р.А. 18.03-01.624,
 18.03-01.642
 Буркатовская Ю.Б. 18.03-01.336
 Буркин В.В. 18.03-01.363
 Бурмин В.Ю. 18.03-01.214
 Бурханов А.И. 18.03-01.154
 Бутенко Г.З. 18.03-01.594,
 18.03-01.605
 Бутузова М.С. 18.03-01.596
 Бухарева А.А. 18.03-01.463
 Буц В.А. 18.03-01.521
 Быков А.И. 18.03-01.98
 Быков Л.В. 18.03-01.341
 Быков Н.Ю. 18.03-01.374
 Быченко В.А. 18.03-01.158
 Бычков А.В. 18.03-01.76
 Бычков А.С. 18.03-01.468
 Бычков О.П. 18.03-01.342
 Бычкова И.Ю. 18.03-01.76
 Бялоцкий В.Ф. 18.03-01.537

В

Вазиев Э.М. 18.03-01.465
 Ванг Дж.М. 18.03-01.384
 Ванг С.Дж. 18.03-01.384
 Ванг Х. 18.03-01.384
 Ванг Я. 18.03-01.503, 18.03-01.503
 Варенцов Е.Л. 18.03-01.541
 Варламов О.С. 18.03-01.59
 Васенин И.М. 18.03-01.524
 Василенко Ю.М. 18.03-01.249
 Васильев М.М. 18.03-01.102
 Васильев Н.Н. 18.03-01.22
 Васюков А.В. 18.03-01.450
 Ватульян А.О. 18.03-01.62
 Вафик Х. 18.03-01.501
 Вахитова С.М. 18.03-01.517
 Вашковьяк С.Н. 18.03-01.573
 Веденяпин В.Н. 18.03-01.144
 Вельбель А.М. 18.03-01.442
 Верболоз Е.И. 18.03-01.513
 Верона Э. 18.03-01.137
 Веселова А.В. 18.03-01.625
 Ветошко Р.А. 18.03-01.26
 Визен Ф.Л. 18.03-01.148
 Викторов Р.В. 18.03-01.326
 Винник Е.В. 18.03-01.303
 Винник Е.М. 18.03-01.464
 Виноградов А.В. 18.03-01.325
 Винокуров А.А. 18.03-01.547
 Виняйкин Е.Н. 18.03-01.598
 Вировлянский А.Л. 18.03-01.166

Витязев В.В. 18.03-01.637
 Вичевич Д.С. 18.03-01.279,
 18.03-01.312
 Владимиров Ю.В. 18.03-01.133,
 18.03-01.191
 Власов Ю.Н. 18.03-01.160
 Возякова О.В. 18.03-01.644
 Войтов А.А. 18.03-01.4
 Волков И.В. 18.03-01.277
 Волков И.Е. 18.03-01.241
 Волков И.М. 18.03-01.644
 Волков К.Н. 18.03-01.369
 Волков С.С. 18.03-01.159
 Волкова А.А. 18.03-01.243,
 18.03-01.257, 18.03-01.422
 Волкова Л.В. 18.03-01.516
 Володичев Н.Н. 18.03-01.415
 Волошинов В.Б. 18.03-01.144
 Воробьева Г.А. 18.03-01.389
 Воронина О.В. 18.03-01.278
 Ву Ю. 18.03-01.208
 Вьонг С.Л. 18.03-01.93

Г

Гаврилов А.Г. 18.03-01.26
 Гаврилов С.В. 18.03-01.69
 Гаврильева Г.А. 18.03-01.592
 Гаврилук Ю.М. 18.03-01.665
 Гаген-Торн В.А. 18.03-01.595
 Гаген-Торн Е.И. 18.03-01.595
 Гаджиев А.Д. 18.03-01.465
 Гайдукова Ю.А. 18.03-01.487
 Галиакбарова Э.В. 18.03-01.485
 Галиакберова З.Р. 18.03-01.520
 Галий С.Н. 18.03-01.267
 Гампер Л.Е. 18.03-01.192
 Гангапшев А.Н. 18.03-01.665
 Гапонов В.Л. 18.03-01.487
 Гарсия М.Г. 18.03-01.619
 Гасанов А.Р. 18.03-01.149
 Гасанов Р.А. 18.03-01.149
 Гвоздецкий Б.Б. 18.03-01.567
 Ге Л. 18.03-01.503
 Геворкян Э.В. 18.03-01.138
 Герасименко Н.В. 18.03-01.102
 Герасименко Т.Е. 18.03-01.43
 Германенко А.В. 18.03-01.583
 Гималтдинов И.К. 18.03-01.16,
 18.03-01.372
 Гинзбург А.С. 18.03-01.549
 Гинзбург С.Л. 18.03-01.120
 Гиниятуллин А.А. 18.03-01.447
 Гладили А.В. 18.03-01.273
 Глазанов В.Е. 18.03-01.199
 Глазов А.Л. 18.03-01.146
 Глазунов А.А. 18.03-01.349
 Глазырин С.И. 18.03-01.643
 Глебова Г.М. 18.03-01.36,
 18.03-01.38, 18.03-01.302,
 18.03-01.303, 18.03-01.464
 Глушков М.В. 18.03-01.658
 Глушнев В.Д. 18.03-01.156
 Гнедин Ю.Н. 18.03-01.599,
 18.03-01.649
 Гойко В.Л. 18.03-01.524
 Головастов С.В. 18.03-01.351
 Головкин М.А. 18.03-01.404
 Голубев В.И. 18.03-01.450
 Голубев В.Н. 18.03-01.165
 Голубев Е.В. 18.03-01.145
 Голубкин В.Н. 18.03-01.375
 Голубятников А.Н. 18.03-01.365
 Гонпольский А.М. 18.03-01.512
 Гончаров Г.А. 18.03-01.638

Гончарский А.В. 18.03-01.467
 Горбушин А.Р. 18.03-01.385
 Гордиенко А.В. 18.03-01.515
 Горелов А.А. 18.03-01.197
 Горелов В.Т. 18.03-01.93
 Горлов М.И. 18.03-01.547
 Горобей Н.Н. 18.03-01.527
 Горшков А.В. 18.03-01.75,
 18.03-01.87
 Горшков А.Г. 18.03-01.602
 Горшкова Т.Н. 18.03-01.475
 Гравин В.О. 18.03-01.169,
 18.03-01.194
 Грановский А.Ю. 18.03-01.153
 Грац Ю.В. 18.03-01.542
 Грачев С.И. 18.03-01.635
 Грашков С.А. 18.03-01.488
 Гребенев С.А. 18.03-01.651
 Григорьев В.А. 18.03-01.177
 Григорьева Н.С. 18.03-01.25
 Гриценко М.В. 18.03-01.438
 Гришанина Т.В. 18.03-01.18
 Громов А.И. 18.03-01.601
 Громов В.Е. 18.03-01.153
 Гроховский В.А. 18.03-01.435
 Губайдуллин А.А. 18.03-01.99
 Губанов В.С. 18.03-01.628
 Губанова И.А. 18.03-01.387
 Губин К.В. 18.03-01.54
 Гувернюк С.В. 18.03-01.96
 Гудкова Т.В. 18.03-01.571
 Гук И.В. 18.03-01.201
 Гулий О.И. 18.03-01.522
 Гуляев О.А. 18.03-01.455
 Гулямова Э.С. 18.03-01.155
 Гумеров Н.А. 18.03-01.115
 Гурбатов С.Н. 18.03-01.475
 Гуревич С.Ю. 18.03-01.145
 Гусев Г.А. 18.03-01.534
 Гусева З.Г. 18.03-01.534
 Гущин В.В. 18.03-01.424
 Гущина Л.В. 18.03-01.516
 Гхолипоур Пейванди Р. 18.03-01.81

Д

Давыдов В.С. 18.03-01.495
 Давыдов М.А. 18.03-01.110
 Давыдов М.Н. 18.03-01.55
 Дагхан Д. 18.03-01.122
 Данилин Г.А. 18.03-01.389
 Данилов В.Н. 18.03-01.505
 Данильсон А.И. 18.03-01.451
 Данюк А.В. 18.03-01.494
 Десяткова Л.И. 18.03-01.8
 Демидова Т.В. 18.03-01.566,
 18.03-01.627
 Демин И.Ю. 18.03-01.475
 Демченко Б.И. 18.03-01.564
 Демянюк Д.Г. 18.03-01.470
 Ден О.Е. 18.03-01.618
 Денисова Л.М. 18.03-01.425,
 18.03-01.428
 Дербин А.В. 18.03-01.665
 Джумагулова К.Н. 18.03-01.529
 Дзапарова И.М. 18.03-01.551
 Диас А.А. 18.03-01.619
 Диденкулов И.Н. 18.03-01.107
 Диденкулова И.И. 18.03-01.338
 Диесперов В.Н. 18.03-01.396
 Дмитренко А.Г. 18.03-01.540
 Дмитриев А.В. 18.03-01.580
 Дмитриев В.Г. 18.03-01.386
 Дмитриев С.В. 18.03-01.117
 Дмитриенко Е.С. 18.03-01.606,

18.03-01.610, 18.03-01.617,
 18.03-01.623
 Добромыслова Е.В. 18.03-01.37
 Додонов С.Н. 18.03-01.642
 Докукин С.А. 18.03-01.78
 Долголева Г.В. 18.03-01.593
 Долматов Д.О. 18.03-01.470
 Доля В.К. 18.03-01.267
 Донко З. 18.03-01.529
 Донмец О. 18.03-01.122
 Доронина О.А. 18.03-01.390
 Драчёв К.А. 18.03-01.20
 Драчнев И.С. 18.03-01.665
 Дроздова Л.Ф. 18.03-01.452
 Дрокин П.А. 18.03-01.82
 Дубень А.П. 18.03-01.391
 Дубинкина Е.С. 18.03-01.380
 Дубровин В.И. 18.03-01.335
 Дубрович В.К. 18.03-01.635
 Дударев В.В. 18.03-01.62
 Дудин Г.Н. 18.03-01.402
 Дудина Л.М. 18.03-01.409
 Дулин В.М. 18.03-01.348
 Дынные Я.А. 18.03-01.96
 Дынная Г.Я. 18.03-01.96
 Дьяченко В.Ф. 18.03-01.120

Е

Е.Ш. 18.03-01.34
 Евдокимов А.М. 18.03-01.236
 Евдокимова Е.В. 18.03-01.90
 Егерев С.В. 18.03-01.141
 Егоров А.А. 18.03-01.109
 Егоров А.Г. 18.03-01.407
 Егоров Я.И. 18.03-01.576
 Елизарова Т.Г. 18.03-01.207
 Емельяненко Н.Ю. 18.03-01.563
 Емельянов А.В. 18.03-01.228
 Емельянов В.Н. 18.03-01.369
 Емельянов Н.В. 18.03-01.573
 Епихин В.М. 18.03-01.148
 Еремеев А.И. 18.03-01.471
 Еремин И.В. 18.03-01.349
 Еремин Ю.А. 18.03-01.121
 Еремина А.С. 18.03-01.510
 Еремкин И.Н. 18.03-01.371
 Ермолаева Е.Ю. 18.03-01.295,
 18.03-01.323
 Ерофеев В.И. 18.03-01.85,
 18.03-01.94, 18.03-01.135,
 18.03-01.491
 Ершова А.П. 18.03-01.626
 Еселевич М.В. 18.03-01.642
 Есипов И.Б. 18.03-01.1, 18.03-01.343
 Ефимов В.В. 18.03-01.337
 Ефремов А.А. 18.03-01.404
 Ефремов А.И. 18.03-01.138
 Ефремов Л.В. 18.03-01.480

Ж

Жариков С.В. 18.03-01.594,
 18.03-01.605
 Жарков В.Н. 18.03-01.571
 Жаров В.Е. 18.03-01.661
 Жбанков Г.А. 18.03-01.36,
 18.03-01.38, 18.03-01.302,
 18.03-01.303, 18.03-01.464
 Жгун С.А. 18.03-01.129
 Жданов В.Л. 18.03-01.401
 Жданова Н.С. 18.03-01.390,
 18.03-01.391
 Железнов Л.П. 18.03-01.97
 Железный В.Б. 18.03-01.327

Желтаков А.В. 18.03-01.179,
 18.03-01.309
 Живага А.А. 18.03-01.511
 Животов Н.П. 18.03-01.371
 Жильцов К.Н. 18.03-01.349
 Жоу Л. 18.03-01.503
 Жугжда Ю.Д. 18.03-01.646
 Жук В.И. 18.03-01.396, 18.03-01.399
 Жуков В.Б. 18.03-01.2, 18.03-01.71,
 18.03-01.73, 18.03-01.253,
 18.03-01.286, 18.03-01.300,
 18.03-01.304, 18.03-01.305,
 18.03-01.311, 18.03-01.313,
 18.03-01.315, 18.03-01.316,
 18.03-01.317, 18.03-01.319,
 18.03-01.320, 18.03-01.322,
 18.03-01.324
 Жуков В.Т. 18.03-01.120
 Жуков Е.А. 18.03-01.118
 Жуков И.Е. 18.03-01.360
 Жукова Ю.В. 18.03-01.400
 Жуковский А.К. 18.03-01.544
 Жуматаева Ж.Е. 18.03-01.667
 Журавлёв Ю.И. 18.03-01.450

З

Забалуева Е.В. 18.03-01.559
 Завольский Н.А. 18.03-01.539
 Загидуллин А.А. 18.03-01.658
 Загреев В.В. 18.03-01.601
 Зазнобин И.А. 18.03-01.642
 Зайцев Б.Д. 18.03-01.522
 Зайцев М.Ю. 18.03-01.342
 Зайцева Д.В. 18.03-01.334
 Зайцева О.Н. 18.03-01.407
 Замураев В.П. 18.03-01.371
 Запелалов А.С. 18.03-01.203
 Заплетников И.Н. 18.03-01.515
 Зарубин В.П. 18.03-01.468
 Зархин В.И. 18.03-01.179
 Заславский В.Ю. 18.03-01.215
 Заславский Ю.М. 18.03-01.215
 Звегинцев В.И. 18.03-01.383
 Звягин А.В. 18.03-01.340
 Зеленцов В.В. 18.03-01.455
 Землянуха П.М. 18.03-01.615
 Землянухин А.И. 18.03-01.63
 Зиганшин А.М. 18.03-01.520
 Зинкин В.Н. 18.03-01.418,
 18.03-01.423
 Зинченко И.И. 18.03-01.615
 Злобин Д.В. 18.03-01.285
 Злобина Н.В. 18.03-01.285
 Змитренко Н.В. 18.03-01.664
 Змушко В.В. 18.03-01.364
 Зубарев А.П. 18.03-01.528
 Зубков А.Ф. 18.03-01.96
 Зубков И.Л. 18.03-01.163
 Зуев Л.Б. 18.03-01.57
 Зюзина Н.А. 18.03-01.15

И

Ибрагимов М.А. 18.03-01.619
 Ибрагимов У.Г. 18.03-01.376
 Иванов А.В. 18.03-01.207
 Иванов А.М. 18.03-01.192
 Иванов Д.А. 18.03-01.401
 Иванов М.А. 18.03-01.557
 Иванов М.В. 18.03-01.512
 Иванов Н.И. 18.03-01.445
 Иванов С.А. 18.03-01.181,
 18.03-01.182, 18.03-01.188
 Иванов С.Д. 18.03-01.446

Иванова А.А. 18.03-01.209
 Иванова А.Л. 18.03-01.659
 Иванова К.А. 18.03-01.54
 Иванова С.Д. 18.03-01.587
 Иванова С.Ю. 18.03-01.460
 Ивина Н.Ф. 18.03-01.297,
 18.03-01.298
 Ивлиев С.В. 18.03-01.327
 Игнатъев К.В. 18.03-01.295,
 18.03-01.323
 Игнатъев Ю.Г. 18.03-01.585
 Измайлов И.С. 18.03-01.626
 Илларионов И.А. 18.03-01.541
 Ильичев Н.Н. 18.03-01.155
 Иляков Е.В. 18.03-01.539
 Иляхинский А.В. 18.03-01.491
 Имшенник В.С. 18.03-01.120
 Ингель Л.Х. 18.03-01.189,
 18.03-01.344

Й

Йонушаускайте Р.С. 18.03-01.204,
 18.03-01.216

И

Ипатов А.В. 18.03-01.602
 Ипатов И.А. 18.03-01.602
 Исаев А.Е. 18.03-01.328
 Исаев С.А. 18.03-01.400
 Исаева Е.С. 18.03-01.607
 Исаенко И.И. 18.03-01.114
 Исаенко Л.И. 18.03-01.144
 Исанбаева Н.Р. 18.03-01.600
 Исламирад С.З. 18.03-01.81
 Ищенко А.Н. 18.03-01.363

К

Кабанов С.И. 18.03-01.506
 Кадыров С.Г. 18.03-01.25
 Казаков А.В. 18.03-01.251
 Казаков Л.И. 18.03-01.112
 Казаков Ю.В. 18.03-01.321
 Казалов В.В. 18.03-01.665
 Казначеев И.В. 18.03-01.41
 Калашников К.С. 18.03-01.229
 Калашников С.А. 18.03-01.323
 Калване А. 18.03-01.154
 Калёнов Е.Н. 18.03-01.193
 Калимолдаев М.Н. 18.03-01.529
 Калинин М.С. 18.03-01.567
 Калинина А.П. 18.03-01.371
 Калининчева Е.С. 18.03-01.617
 Каллистратова М.А. 18.03-01.334
 Калмыков Н.Н. 18.03-01.659
 Калугина М.С. 18.03-01.389
 Кальнов Ю.К. 18.03-01.539
 Кальщикова А.А. 18.03-01.29
 Каменев О.Т. 18.03-01.466
 Каминский А.В. 18.03-01.118
 Канаков В.А. 18.03-01.476
 Капралова А.С. 18.03-01.359
 Карабутов А.А. 18.03-01.468
 Караваева О.А. 18.03-01.522
 Карасев Д.И. 18.03-01.636
 Карицкая Е.А. 18.03-01.594,
 18.03-01.605
 Каришев Н.С. 18.03-01.250
 Карлов С.А. 18.03-01.481
 Карпенко В.А. 18.03-01.419
 Карташев В.Г. 18.03-01.469,
 18.03-01.499
 Карташова А.П. 18.03-01.619

Касаткин Б.А. 18.03-01.72,
 18.03-01.285
 Касаткин С.Б. 18.03-01.72,
 18.03-01.285
 Кассин Д.В. 18.03-01.461
 Кацнельсон Б.Г. 18.03-01.190
 Качанов В.К. 18.03-01.469,
 18.03-01.499
 Кашевкин А.А. 18.03-01.498,
 18.03-01.500
 Кащенко С.А. 18.03-01.86
 Кильдибаева С.Р. 18.03-01.16
 Кильпио Е.Ю. 18.03-01.619
 Кириллов А.А. 18.03-01.550
 Кириллов В.И. 18.03-01.95
 Кириловский С.В. 18.03-01.67
 Кирпичников В.Ю. 18.03-01.452
 Кирсанов А.В. 18.03-01.306
 Киселев Н.Н. 18.03-01.575
 Кистович А.В. 18.03-01.339
 Кичигин Г.Н. 18.03-01.578
 Киев В.И. 18.03-01.637
 Клавсюк А.Л. 18.03-01.78
 Клемин В.А. 18.03-01.475
 Клемина А.В. 18.03-01.475
 Кликушин Ю.Н. 18.03-01.498,
 18.03-01.500
 Клочков Б.Н. 18.03-01.101
 Клошников В.А. 18.03-01.139
 Коберник Н.В. 18.03-01.159
 Кобзарь Д.Д. 18.03-01.442
 Кобычев В.В. 18.03-01.665
 Ковалевская С.Д. 18.03-01.365
 Коваленко И.Д. 18.03-01.641
 Коваленко Ю.А. 18.03-01.196,
 18.03-01.226, 18.03-01.290
 Ковальский А.А. 18.03-01.413
 Ковачев С.А. 18.03-01.210
 Ковыркина О.А. 18.03-01.15
 Кожевникова А.В. 18.03-01.622
 Козадаев К.В. 18.03-01.128
 Козубская Т.К. 18.03-01.5,
 18.03-01.390, 18.03-01.391
 Козьяев А.А. 18.03-01.66
 Кокорин Д.В. 18.03-01.309
 Колдоба Е.В. 18.03-01.532
 Колегов Р.Н. 18.03-01.24
 Колесников С.В. 18.03-01.78
 Колесниченко В.В. 18.03-01.247
 Колесов Д.А. 18.03-01.85,
 18.03-01.135
 Колесов С.В. 18.03-01.208
 Колмогоров В.С. 18.03-01.326
 Колосов Л.В. 18.03-01.59
 Колтовской И.И. 18.03-01.592
 Колчинский В.А. 18.03-01.466
 Комаров М.П. 18.03-01.50,
 18.03-01.430
 Комкин А.И. 18.03-01.98
 Кондратьев Б.П. 18.03-01.560
 Конникова В.К. 18.03-01.602
 Коновалов С.И. 18.03-01.39
 Консон А.Д. 18.03-01.243,
 18.03-01.257, 18.03-01.422
 Константинов А.П. 18.03-01.379
 Концов Р.В. 18.03-01.469
 Копаница Д.Г. 18.03-01.451
 Коптев А.В. 18.03-01.19
 Копьев В.А. 18.03-01.342
 Копьев В.Ф. 18.03-01.342
 Корецкая А.С. 18.03-01.240,
 18.03-01.256, 18.03-01.281
 Корзникова Е.А. 18.03-01.117
 Корниенко В.Н. 18.03-01.195
 Корниенко О.О. 18.03-01.479

Коровин В.М. 18.03-01.484
 Коротаев Г.К. 18.03-01.548
 Косарев Г.В. 18.03-01.285
 Косарев О.И. 18.03-01.299
 Костюшин К.В. 18.03-01.349
 Косьянчук В.В. 18.03-01.373
 Косяков С.И. 18.03-01.22
 Котов В.Л. 18.03-01.368
 Котов В.М. 18.03-01.142,
 18.03-01.150
 Котов Е.В. 18.03-01.142,
 18.03-01.150
 Котосов А.А. 18.03-01.360
 Коханов А.А. 18.03-01.557
 Кочкаров М.М. 18.03-01.551
 Кошеков А.К. 18.03-01.498
 Кошеков К.Т. 18.03-01.498,
 18.03-01.500
 Кошекова Б.В. 18.03-01.500
 Кравчук А.И. 18.03-01.64
 Кравчук А.С. 18.03-01.64
 Кравчук Д.А. 18.03-01.143,
 18.03-01.151
 Крайнев М.Б. 18.03-01.567
 Кранц В.З. 18.03-01.232,
 18.03-01.233, 18.03-01.234,
 18.03-01.235
 Красильников С.С. 18.03-01.557
 Красненко Н.П. 18.03-01.336
 Краснов В.В. 18.03-01.603
 Кречет В.Г. 18.03-01.587
 Кривонос Р.А. 18.03-01.624
 Кривошапкин Д.В. 18.03-01.345
 Кривошеев Ю.М. 18.03-01.614
 Кримштейн А.А. 18.03-01.444
 Криницкий К.Т. 18.03-01.277
 Криссинель Б.Б. 18.03-01.577
 Крох Г.В. 18.03-01.140
 Крупенин В.Л. 18.03-01.354,
 18.03-01.355, 18.03-01.356
 Крушин А.В. 18.03-01.337
 Крыжановский А. 18.03-01.34
 Крылов В.О. 18.03-01.455
 Кудаев А.В. 18.03-01.452
 Куденцов В.Ю. 18.03-01.350
 Кудинов И.А. 18.03-01.468
 Кудрявцев Е.М. 18.03-01.113
 Кудряшов А.Н. 18.03-01.446
 Кузнецов В.А. 18.03-01.46
 Кузнецов Г.Н. 18.03-01.180,
 18.03-01.183, 18.03-01.185,
 18.03-01.195, 18.03-01.212,
 18.03-01.222, 18.03-01.250,
 18.03-01.255, 18.03-01.270,
 18.03-01.282, 18.03-01.289,
 18.03-01.301, 18.03-01.307
 Кузнецов Д.Д. 18.03-01.334
 Кузнецов Д.М. 18.03-01.487
 Кузнецов Р.Д. 18.03-01.334
 Кузнецов Э.Д. 18.03-01.572
 Кузнецова А.С. 18.03-01.68,
 18.03-01.116
 Кузнецова Г.М. 18.03-01.581
 Кузнецова И.Е. 18.03-01.116,
 18.03-01.137
 Кузькин В.М. 18.03-01.41,
 18.03-01.270, 18.03-01.282
 Кузьменко А.Г. 18.03-01.39
 Кузьмин Р.О. 18.03-01.559
 Кузьмин С.Ю. 18.03-01.465
 Кузьминов В.В. 18.03-01.665
 Кузьмичева М.Ю. 18.03-01.562
 Куклин Д.А. 18.03-01.452
 Кулавский В.А. 18.03-01.520
 Кулагин И.С. 18.03-01.539

Кулак Г.В. 18.03-01.140
Кулаков А.Х. 18.03-01.277
Кулакова Л.А. 18.03-01.134
Куликов Е.А. 18.03-01.209
Куликова А.М. 18.03-01.626
Куличкин Н.В. 18.03-01.427
Куличков С.Н. 18.03-01.335
Кульчин Ю.Н. 18.03-01.466
Кунаева Н.А. 18.03-01.42
Куприянов М.С. 18.03-01.3,
18.03-01.25
Купряев Н.В. 18.03-01.586
Курганский М.В. 18.03-01.333
Куреня А.Н. 18.03-01.551
Куркан И.К. 18.03-01.471
Курчанов А.Ф. 18.03-01.255
Кутузов В.М. 18.03-01.3
Кучугов П.А. 18.03-01.664
Кущнаренко Г.П. 18.03-01.581

Л

Лавронович А.Н. 18.03-01.393
Лаврук С.А. 18.03-01.350
Ладонкина М.Е. 18.03-01.45
Лазутин Л.Л. 18.03-01.580
Лаптев А.Г. 18.03-01.111
Лаптухов А.И. 18.03-01.655
Лапшов И.Ю. 18.03-01.624
Ларионов А.Н. 18.03-01.138
Ларионов В.М. 18.03-01.595
Ларионова Н.Н. 18.03-01.138
Ларионова О.С. 18.03-01.522
Ласерда П. 18.03-01.574
Латышов С.И. 18.03-01.498
Лббес Ц. 18.03-01.74
Лебедев Г.А. 18.03-01.210
Лебедев О.В. 18.03-01.301
Лебедев Р.И. 18.03-01.265
Левин В.М. 18.03-01.472,
18.03-01.486
Левкина П.А. 18.03-01.619
Легкоступов М.С. 18.03-01.593
Леднев В.Н. 18.03-01.110
Леньков С.В. 18.03-01.489
Леонов И.И. 18.03-01.306
Леонтьева А.В. 18.03-01.85,
18.03-01.94
Лешихин А.М. 18.03-01.507
Летин А.Н. 18.03-01.345
Леус В.А. 18.03-01.654
Лехт Е.Е. 18.03-01.603, 18.03-01.604
Ли Ж. 18.03-01.502
Либенсон Е.Б. 18.03-01.181,
18.03-01.182, 18.03-01.188
Линник Е.Ю. 18.03-01.368
Лисица В.В. 18.03-01.66
Лисс А.Р. 18.03-01.242, 18.03-01.263,
18.03-01.286
Литвинов В.Л. 18.03-01.17
Лиу Ш.Ю. 18.03-01.615
Лобанов А.В. 18.03-01.457,
18.03-01.601
Лопез Ю.Р. 18.03-01.629
Лу Г. 18.03-01.502
Луговский А.Ю. 18.03-01.136
Лукьяненко А.С. 18.03-01.527
Лукьянченко А.П. 18.03-01.515
Лунёв А.Г. 18.03-01.57
Луньков А.А. 18.03-01.178,
18.03-01.250
Лушишко Д.Ф. 18.03-01.558
Лутвинов А.А. 18.03-01.630,
18.03-01.636
Лхмад Л. 18.03-01.501

Львов К.П. 18.03-01.329,
18.03-01.332
Любимов Д.А. 18.03-01.403
Людюкин В.С. 18.03-01.334
Лютецкий А.В. 18.03-01.134
Ляпин А.И. 18.03-01.523
Ляхов Д.М. 18.03-01.666
Ляховицкий М.М. 18.03-01.113

М

Ма Й. 18.03-01.384
Магдич Л.Н. 18.03-01.27
Магомедов З.А. 18.03-01.148
Мадорский В.В. 18.03-01.56
Майоров А.Л. 18.03-01.158
Макаров А.А. 18.03-01.275
Макаров В.Е. 18.03-01.381
Макаров М.В. 18.03-01.70
Макаров Н.А. 18.03-01.277
Макарчук Ю.И. 18.03-01.12,
18.03-01.248, 18.03-01.262,
18.03-01.276
Макарьев Д.И. 18.03-01.519
Макеев Е.В. 18.03-01.460
Маков Ю.Н. 18.03-01.346
Максимов В.В. 18.03-01.275
Максимова Л.А. 18.03-01.626
Малиновский А.П. 18.03-01.57
Малый В.В. 18.03-01.13
Мальханов А.О. 18.03-01.94
Мальцева Н.В. 18.03-01.251,
18.03-01.286, 18.03-01.318,
18.03-01.463
Маляров К.В. 18.03-01.59,
18.03-01.60
Мамадраимова Н.А. 18.03-01.394
Мамедов О.С. 18.03-01.388
Мамонтов В.А. 18.03-01.49,
18.03-01.50, 18.03-01.427,
18.03-01.430, 18.03-01.437
Маненков С.А. 18.03-01.21
Манов К.В. 18.03-01.192
Мануилов В.Н. 18.03-01.539
Мануйлович И.С. 18.03-01.378
Маневич С.Н. 18.03-01.27
Мардышкин В.В. 18.03-01.602
Марков А.А. 18.03-01.492
Марков А.О. 18.03-01.95
Марков Ю.Г. 18.03-01.613
Маркова Л.В. 18.03-01.321
Маркова Н.В. 18.03-01.525
Маркович Д.М. 18.03-01.348
Маркочев В.М. 18.03-01.531
Марусина М.Я. 18.03-01.158
Марфин Е.А. 18.03-01.26
Масленников А.В. 18.03-01.163
Маслов А.А. 18.03-01.67
Маслов В.П. 18.03-01.129
Маслова Е.Е. 18.03-01.487
Масляев К.В. 18.03-01.419
Масляницын И.А. 18.03-01.109
Масляный В.П. 18.03-01.289
Матафонов А.П. 18.03-01.601
Матвеев Ю.И. 18.03-01.490
Матвеева И.В. 18.03-01.258,
18.03-01.280
Матвиенко О.В. 18.03-01.394
Маурчев Е.А. 18.03-01.583
Махмутов В.С. 18.03-01.567
Махнёв М.С. 18.03-01.404
Махнов А.В. 18.03-01.114
Махов В.Е. 18.03-01.493
Мачуський Е.А. 18.03-01.479
Машеева Р.У. 18.03-01.529
Машонкина Л.И. 18.03-01.653
Медведев А.Б. 18.03-01.108
Медведев П.С. 18.03-01.652
Мездрохин И.С. 18.03-01.104
Мезер Е.А. 18.03-01.60
Мелентьев В.Д. 18.03-01.217
Мельканович В.С. 18.03-01.240,
18.03-01.256, 18.03-01.281
Мереминский И.А. 18.03-01.624,
18.03-01.651
Меркулов А.А. 18.03-01.129
Мерсон Д.Л. 18.03-01.494
Мещеряков С.В. 18.03-01.512
Мигунов А.А. 18.03-01.437
Микаелян А.М. 18.03-01.648
Микитчук Е.П. 18.03-01.128
Микрюков Д.В. 18.03-01.647
Микушин И.И. 18.03-01.200
Милехина О.Н. 18.03-01.477
Милешин В.И. 18.03-01.440
Мильков М.Г. 18.03-01.144
Мильков В.К. 18.03-01.661
Миляев А.В. 18.03-01.360
Минасянц Г.С. 18.03-01.579
Минасянц Т.М. 18.03-01.579
Мингалиев М.Г. 18.03-01.602
Минеев Б.И. 18.03-01.129
Минина Н.А. 18.03-01.113
Миннебаев В.М. 18.03-01.603
Мирг К.Дж. 18.03-01.384
Мироненко М.В. 18.03-01.206,
18.03-01.224, 18.03-01.237,
18.03-01.238
Миронов А.И. 18.03-01.49,
18.03-01.425, 18.03-01.426,
18.03-01.428, 18.03-01.429,
18.03-01.431, 18.03-01.432,
18.03-01.433, 18.03-01.434
Миронов М.А. 18.03-01.98
Миронов Н.А. 18.03-01.476
Миронов С.Г. 18.03-01.67
Мирошниченко Л.И. 18.03-01.552
Миряха В.А. 18.03-01.408
Михайлин А.И. 18.03-01.201
Михайлов С.В. 18.03-01.382
Михайлов С.Г. 18.03-01.83
Михалко Е.А. 18.03-01.583
Михнюк А.Н. 18.03-01.307
Мишакин В.В. 18.03-01.139
Мишенин А.А. 18.03-01.335
Мищенко С.В. 18.03-01.444
Мнацаканян А.А. 18.03-01.293
Мниф Т. 18.03-01.74
Мнухин Р.М. 18.03-01.62
Могилевич Л.И. 18.03-01.63,
18.03-01.90
Могилевский Е.И. 18.03-01.125
Могилевский М.М. 18.03-01.123
Мойса М.О. 18.03-01.105
Моисеенко С.Г. 18.03-01.601
Молчанов А.М. 18.03-01.341
Мольков С.В. 18.03-01.630
Монтани Дж. 18.03-01.550
Мордасов Д.М. 18.03-01.370
Мордасов М.Д. 18.03-01.370
Мордасов М.М. 18.03-01.370
Морозов К.Д. 18.03-01.454
Морозов Н.Ф. 18.03-01.61,
18.03-01.146
Морозов Ю.В. 18.03-01.421
Морозова Д.А. 18.03-01.595
Мороков Е.С. 18.03-01.486
Москаленко Э.В. 18.03-01.51,
18.03-01.225
Москвичев В.В. 18.03-01.507

Мосягин В.В. 18.03-01.492
 Мошаров В.Е. 18.03-01.366
 Мошков П.А. 18.03-01.420
 Муминов Х.Х. 18.03-01.103
 Муравьев В.В. 18.03-01.489
 Муравьева О.В. 18.03-01.489
 Муратиков К.Л. 18.03-01.146
 Муратова В.Н. 18.03-01.665
 Мухин Н.В. 18.03-01.483

Н

Наговицын Ю.А. 18.03-01.634
 Назаров С.А. 18.03-01.448
 Назарова В.А. 18.03-01.417
 Наливкин М.А. 18.03-01.619
 Нароенков С.А. 18.03-01.619
 Нарышкин Ю.Г. 18.03-01.526
 Наседкин А.В. 18.03-01.40
 Наседкина А.А. 18.03-01.40
 Нацвлишвили Т.М. 18.03-01.599,
 18.03-01.649
 Невмержицкий Н.В. 18.03-01.364
 Невский С.А. 18.03-01.153
 Недоспасов И.А. 18.03-01.116
 Нейланд В.Я. 18.03-01.405
 Неклюдова О.А. 18.03-01.45
 Неровный В.М. 18.03-01.159
 Нефедьев Ю.А. 18.03-01.658
 Нечаев Д.И. 18.03-01.477,
 18.03-01.478
 Низовский А.И. 18.03-01.153
 Никель С.А. 18.03-01.160
 Никитин А.А. 18.03-01.414
 Никитин К.К. 18.03-01.546
 Никитин Н.И. 18.03-01.520
 Никитина Е.А. 18.03-01.491
 Никифоров И.И. 18.03-01.625
 Никифорова А.А. 18.03-01.644
 Николаев Н.И. 18.03-01.438
 Николаенко А.С. 18.03-01.328
 Никулин М.Н. 18.03-01.243,
 18.03-01.257
 Новакова А.Р. 18.03-01.567
 Новиков А.А. 18.03-01.153
 Новиков В.А. 18.03-01.33
 Новиков И.Д. 18.03-01.554
 Новиков М.А. 18.03-01.66
 Новопольцев В.С. 18.03-01.417
 Новосельцев Ю.Ф. 18.03-01.551
 Новосельцева Р.В. 18.03-01.551
 Носов М.А. 18.03-01.208
 Нурiev А.Н. 18.03-01.407

О

Обцинец О.Г. 18.03-01.248,
 18.03-01.262, 18.03-01.276
 Оганесян П.А. 18.03-01.43
 Огнянова Т.С. 18.03-01.97
 Огурцов М.Г. 18.03-01.640
 Олейников А.Ю. 18.03-01.442
 Опарин А.И. 18.03-01.283
 Орлова А.Г. 18.03-01.472
 Осеев А.Ю. 18.03-01.483
 Осипенко В.А. 18.03-01.68
 Осипова А.А. 18.03-01.634
 Остапенко В.В. 18.03-01.15,
 18.03-01.44
 Остриков Н.Н. 18.03-01.342
 Островский Д.Б. 18.03-01.315,
 18.03-01.324, 18.03-01.327
 Осыкина К.И. 18.03-01.626
 Охлопков В.П. 18.03-01.662
 Охрименко С.Н. 18.03-01.236,

18.03-01.248, 18.03-01.262,
 18.03-01.284, 18.03-01.294
 Ошурко В.Б. 18.03-01.587
 Ощепков В.В. 18.03-01.446

П

Павленко О.В. 18.03-01.406
 Павлинский М.Н. 18.03-01.624,
 18.03-01.656
 Павлюк Н.Н. 18.03-01.644
 Падерно П.И. 18.03-01.278
 Пазухин В.Г. 18.03-01.107
 Паймушин В.Н. 18.03-01.53,
 18.03-01.70
 Палин В.В. 18.03-01.352
 Пальцев Л.Л. 18.03-01.148
 Пан Ц. 18.03-01.34
 Панасенко С.И. 18.03-01.665
 Панков С.В. 18.03-01.440
 Панов И.В. 18.03-01.643
 Панов М.М. 18.03-01.156
 Пантелеева О.В. 18.03-01.267
 Панюков Ю.Г. 18.03-01.465
 Парников С.Г. 18.03-01.592
 Парфенов В.И. 18.03-01.42
 Пархоменко А.И. 18.03-01.621
 Паршакова Я.Н. 18.03-01.28
 Паршуков В.Н. 18.03-01.284,
 18.03-01.290, 18.03-01.294
 Парышев С.Э. 18.03-01.388
 Пастухов А.Н. 18.03-01.136
 Пашинин П.П. 18.03-01.155
 Пащенко М.И. 18.03-01.603,
 18.03-01.604
 Певцов А.А. 18.03-01.634
 Пелиновский Е.Н. 18.03-01.132,
 18.03-01.338
 Перепёлкин В.В. 18.03-01.613
 Пересёлков С.А. 18.03-01.41
 Переселков С.А. 18.03-01.270,
 18.03-01.282
 Перминов А.С. 18.03-01.572
 Першин С.М. 18.03-01.110
 Петерсен Т.Б. 18.03-01.504
 Петков В.Б. 18.03-01.551
 Петников В.Г. 18.03-01.177
 Петров А.М. 18.03-01.535
 Петров А.П. 18.03-01.530
 Петров Д.В. 18.03-01.575
 Петров И.Б. 18.03-01.408,
 18.03-01.411, 18.03-01.412
 Петров О.В. 18.03-01.228
 Петров О.Ф. 18.03-01.102
 Петров С.Д. 18.03-01.637
 Петров Ю.В. 18.03-01.145
 Петров Ю.С. 18.03-01.466
 Петрова Е.С. 18.03-01.497
 Петрова Н.К. 18.03-01.658
 Петронюк Ю.С. 18.03-01.472,
 18.03-01.486
 Петухова М.Н. 18.03-01.175,
 18.03-01.198, 18.03-01.239
 Петюр В.В. 18.03-01.626
 Пикулев С.В. 18.03-01.666
 Пильненко А.К. 18.03-01.515
 Пинчук Р.В. 18.03-01.470
 Пиотрович М.Ю. 18.03-01.599,
 18.03-01.649
 Пипин В.В. 18.03-01.611
 Питюк Ю.А. 18.03-01.115
 Пичугин К.А. 18.03-01.206,
 18.03-01.237
 Плавник А.Г. 18.03-01.410
 Платунов А.В. 18.03-01.516

Плинер Л.А. 18.03-01.593
 Плющенко Б.Д. 18.03-01.414
 Пляскин А.С. 18.03-01.451
 Подаруев В.Ю. 18.03-01.382
 Подгайский Ю.П. 18.03-01.264,
 18.03-01.288, 18.03-01.330
 Поддубный В.А. 18.03-01.380
 Подзолко М.В. 18.03-01.545
 Подлесный А.В. 18.03-01.582
 Пожарский Д.А. 18.03-01.58
 Покрасин М.А. 18.03-01.113
 Полатов А.М. 18.03-01.14
 Полещук А.Г. 18.03-01.54
 Поликарпов А.М. 18.03-01.328
 Полин Е.П. 18.03-01.540
 Полканов К.И. 18.03-01.2, 18.03-01.3,
 18.03-01.289, 18.03-01.307
 Половков С.А. 18.03-01.512
 Полянский А.И. 18.03-01.518
 Пономарев М.О. 18.03-01.326
 Пономарёва Е.В. 18.03-01.433
 Пономаренко А.П. 18.03-01.4
 Поплавская Т.В. 18.03-01.67
 Попов А.В. 18.03-01.637
 Попов В.А. 18.03-01.12, 18.03-01.167,
 18.03-01.168, 18.03-01.171,
 18.03-01.172, 18.03-01.173,
 18.03-01.184, 18.03-01.187,
 18.03-01.287, 18.03-01.292,
 18.03-01.296
 Попов В.В. 18.03-01.478
 Попов И.А. 18.03-01.400
 Попов О.Е. 18.03-01.335,
 18.03-01.343
 Попов С.П. 18.03-01.88
 Попова Н.А. 18.03-01.508
 Попова О.П. 18.03-01.568
 Попова О.С. 18.03-01.286
 Поповский В.Н. 18.03-01.388
 Потапкин А.В. 18.03-01.383
 Потапов А.И. 18.03-01.493
 Преснов Д.А. 18.03-01.213,
 18.03-01.416
 Прокаев А.Н. 18.03-01.218,
 18.03-01.223
 Прокопенко Е.Н. 18.03-01.33
 Прокопьева М.С. 18.03-01.595
 Прончатов-Рубцов Н.В. 18.03-01.107
 Просветов А.В. 18.03-01.651
 Просвираков Е.Ю. 18.03-01.75
 Прохоров А.Н. 18.03-01.392
 Прохорович В.Е. 18.03-01.158
 Проценюк А.С. 18.03-01.290
 Пудовкин А.А. 18.03-01.301
 Пуеров Г.Ю. 18.03-01.293,
 18.03-01.308
 Пузакина А.К. 18.03-01.299
 Пушин Н.А. 18.03-01.387
 Пширков М.С. 18.03-01.661
 Пынзарь А.В. 18.03-01.597
 Пяткова А.В. 18.03-01.99

Р

Радченко В.Н. 18.03-01.366
 Раздобарин А.М. 18.03-01.406
 Разин А.Н. 18.03-01.364
 Райфельд М.А. 18.03-01.421
 Раков А.В. 18.03-01.129
 Раков А.С. 18.03-01.336
 Раков Д.С. 18.03-01.336
 Рамазанов М.А. 18.03-01.435
 Рамазанов Т.С. 18.03-01.529
 Распов Д.С. 18.03-01.513
 Растегаев И.А. 18.03-01.494

- Раткевич С.С. 18.03-01.665
Рахимьянов А.Х. 18.03-01.511
Рахимьянов К.Х. 18.03-01.510
Рахимьянов Х.М. 18.03-01.510
Рахманзадех Тооткалех С. 18.03-01.81
Редька Д.Н. 18.03-01.483
Резак Л. 18.03-01.574
Реймер К. 18.03-01.528
Ремшев Е.Ю. 18.03-01.389
Рёнке Ф. 18.03-01.643
Решетник В.Н. 18.03-01.574
Решетников Д.С. 18.03-01.326
Римлянд В.И. 18.03-01.20
Родимова Р.И. 18.03-01.252,
18.03-01.331
Родин А.А. 18.03-01.338
Родин А.Е. 18.03-01.620
Родионов А.А. 18.03-01.186
Родригес О.П. 18.03-01.619
Родыгин В.В. 18.03-01.438
Родюшкин В.М. 18.03-01.491
Розанов В.Б. 18.03-01.664
Романишин И.М. 18.03-01.162
Романишин Р.И. 18.03-01.162
Романов С.Ю. 18.03-01.467
Романчиков С.А. 18.03-01.157
Ромашко Р.В. 18.03-01.466
Ропот П.И. 18.03-01.140
Росляков А.Г. 18.03-01.177
Россихин А.А. 18.03-01.440
Рощина Е.А. 18.03-01.626
Рошущин В.В. 18.03-01.113
Рубан А.Р. 18.03-01.427
Рубанов И.Л. 18.03-01.179,
18.03-01.236, 18.03-01.284,
18.03-01.294, 18.03-01.309
Рубино-Мартин Х.А. 18.03-01.642
Руденко О.В. 18.03-01.11,
18.03-01.83, 18.03-01.91
Рудницкий Г.М. 18.03-01.603,
18.03-01.604
Румянцев К.А. 18.03-01.31
Русских С.В. 18.03-01.18
Рыбин П.С. 18.03-01.226
Рыбина М.С. 18.03-01.217
Рыбнянец А.Н. 18.03-01.40,
18.03-01.105, 18.03-01.106,
18.03-01.519
Рыжиков А.В. 18.03-01.242,
18.03-01.263
Рыжова Т.Б. 18.03-01.486
Рыхлова Л.В. 18.03-01.613
Рябухина О.Л. 18.03-01.615
- С**
- Саванов И.С. 18.03-01.606,
18.03-01.610, 18.03-01.617,
18.03-01.619, 18.03-01.623
Савелова Е.П. 18.03-01.550
Савельев А.Д. 18.03-01.398
Савельев А.С. 18.03-01.392
Савельев Н.В. 18.03-01.186
Савенков А.П. 18.03-01.444
Савенков И.В. 18.03-01.397
Савицкий В.В. 18.03-01.273
Савкина Н.В. 18.03-01.393
Савостин А.А. 18.03-01.500
Савостина Г.В. 18.03-01.498
Савотченко С.Е. 18.03-01.42,
18.03-01.92
Савченко Р.Н. 18.03-01.513
Садовский А.М. 18.03-01.645
Садовский А.Ф. 18.03-01.164
Садыков М.С. 18.03-01.52
Сажин М.В. 18.03-01.661
Сажин С.Г. 18.03-01.163
Сажина О.С. 18.03-01.661
Сазонов С.Ю. 18.03-01.624,
18.03-01.652
Саламех А.Х. 18.03-01.50
Салецкий А.М. 18.03-01.78
Салий С.В. 18.03-01.615
Саметов С.П. 18.03-01.115
Самигуллина А.Р. 18.03-01.585
Самоваров А.Н. 18.03-01.22
Самойлова А.Е. 18.03-01.28
Самохин В.Ф. 18.03-01.386,
18.03-01.420
Санников А.В. 18.03-01.408
Санникова Т.Н. 18.03-01.612
Сапожников О.А. 18.03-01.11,
18.03-01.100, 18.03-01.474,
18.03-01.518
Сапунов К.В. 18.03-01.340
Сарвазян А.П. 18.03-01.11
Саркисян А. 18.03-01.648
Сарычев В.Д. 18.03-01.153
Сатаров Р.Н. 18.03-01.471
Сачков М.Е. 18.03-01.619
Свет В.Д. 18.03-01.11, 18.03-01.474
Светлов В.В. 18.03-01.445
Светцов В.В. 18.03-01.568
Свешников А.Г. 18.03-01.121
Свиржевская А.К. 18.03-01.567
Свиржевский Н.С. 18.03-01.567
Седнев Д.А. 18.03-01.470
Седухин А.Г. 18.03-01.54
Селеджи Г.Ц. 18.03-01.251,
18.03-01.318, 18.03-01.463
Селезнев И.А. 18.03-01.2, 18.03-01.3
Селезнёв И.А. 18.03-01.36
Селезнев И.А. 18.03-01.38
Селезнёв И.А. 18.03-01.167,
18.03-01.168
Селезнев И.А. 18.03-01.171
Селезнёв И.А. 18.03-01.172
Селезнев И.А. 18.03-01.173
Селезнёв И.А. 18.03-01.184
Селезнев И.А. 18.03-01.187,
18.03-01.192, 18.03-01.287,
18.03-01.292, 18.03-01.296
Селезнёв И.А. 18.03-01.302,
18.03-01.303
Семена А.Н. 18.03-01.651
Семена Н.П. 18.03-01.656
Семёнов А.С. 18.03-01.522
Семенов В.П. 18.03-01.119
Семенов Н.Г. 18.03-01.456
Семенов Н.Н. 18.03-01.204,
18.03-01.260
Семенова С.А. 18.03-01.179,
18.03-01.309
Семенова Ю.С. 18.03-01.511
Семенцов В.Н. 18.03-01.661
Семенцов К.А. 18.03-01.208
Семибратов В.О. 18.03-01.154
Семухин Б.С. 18.03-01.458
Сеньковский Е.Д. 18.03-01.364
Серавин Г.Н. 18.03-01.200
Сербинов Д.В. 18.03-01.656
Сергеев В.А. 18.03-01.47, 18.03-01.48
Сергеев С.С. 18.03-01.33
Сергеева Е.И. 18.03-01.293,
18.03-01.308
Сергеева Н.П. 18.03-01.12,
18.03-01.248, 18.03-01.262,
18.03-01.276
Сергиенко М.М. 18.03-01.284
Сердюков В.С. 18.03-01.124
Серебров А.П. 18.03-01.533
Серёжников С.Ю. 18.03-01.467
Сигаева Е.А. 18.03-01.415
Сидорин А.В. 18.03-01.155
Сидоров А.Н. 18.03-01.410
Сидоров М.Ю. 18.03-01.594
Сизых Г.Б. 18.03-01.375
Сильников М.В. 18.03-01.201
Симоненко И.В. 18.03-01.228
Симонова В.А. 18.03-01.468
Синер А.А. 18.03-01.24
Синицина В.Г. 18.03-01.631
Синицина В.Ю. 18.03-01.631
Синицын А.В. 18.03-01.460
Синозерский И.В. 18.03-01.246
Ситнова Т.М. 18.03-01.653
Скалюх А.С. 18.03-01.43
Скачков М.В. 18.03-01.77
Скибенко К.П. 18.03-01.521
Скобелев В.В. 18.03-01.588
Скоров Ю.В. 18.03-01.574
Скрыль С.В. 18.03-01.455
Скуратов А.К. 18.03-01.528
Скуратов А.С. 18.03-01.366
Славутский Л.А. 18.03-01.76
Слуцкий А.С. 18.03-01.448
Слюняев А.В. 18.03-01.202
Смарышев М.Д. 18.03-01.197,
18.03-01.198, 18.03-01.219,
18.03-01.239, 18.03-01.310,
18.03-01.314
Смирнов А.А. 18.03-01.335
Смирнов А.Н. 18.03-01.508
Смирнов В.А. 18.03-01.295,
18.03-01.321
Смирнов Е.М. 18.03-01.114
Смирнов И.П. 18.03-01.165
Смирнов Н.М. 18.03-01.307
Смирнов С.А. 18.03-01.306
Смирнов Ю.К. 18.03-01.129
Смульский Я.И. 18.03-01.401
Смыслов В.И. 18.03-01.388
Собисевич А.Л. 18.03-01.213,
18.03-01.416
Собисевич Л.Е. 18.03-01.213,
18.03-01.416
Соколов В.Е. 18.03-01.266,
18.03-01.449
Соколов Д.А. 18.03-01.181
Соколов И.В. 18.03-01.469,
18.03-01.499
Соловьёва А.А. 18.03-01.43
Сошина О.П. 18.03-01.269,
18.03-01.278
Сошит А.В. 18.03-01.154
Сотсков Е.А. 18.03-01.364
Софьяна Н.Н. 18.03-01.498,
18.03-01.500
Спектор А.А. 18.03-01.421
Спивак Ю.Э. 18.03-01.457
Спирин П.А. 18.03-01.542
Стамов Л.И. 18.03-01.353
Стародубцев Е.П. 18.03-01.224,
18.03-01.238
Стародубцев П.А. 18.03-01.51,
18.03-01.206, 18.03-01.224,
18.03-01.225, 18.03-01.237,
18.03-01.238, 18.03-01.241
Стародумова А.И. 18.03-01.475
Старченко И.Б. 18.03-01.143,
18.03-01.151
Стеблянко Д.В. 18.03-01.495
Степанов А.Н. 18.03-01.183,
18.03-01.185
Степанов Б.Г. 18.03-01.315

Степанов Р.В. 18.03-01.664
 Степанова Л.Н. 18.03-01.497,
 18.03-01.506
 Степкина М.Ю. 18.03-01.509
 Стожков Ю.И. 18.03-01.567
 Стриганов П.С. 18.03-01.551
 Строгонов А.В. 18.03-01.547
 Струков И.Ф. 18.03-01.42
 Струков К.А. 18.03-01.42
 Струминский А.Б. 18.03-01.645
 Субаев И.А. 18.03-01.616
 Субочев П.В. 18.03-01.472
 Суворова А.В. 18.03-01.580
 Судаков А.Г. 18.03-01.400
 Супин А.Я. 18.03-01.477,
 18.03-01.478
 Супрунова В.И. 18.03-01.37
 Сувор В.С. 18.03-01.361
 Суртаев А.С. 18.03-01.124
 Суханов Д.Я. 18.03-01.482
 Сухарев А.В. 18.03-01.449
 Сухинов А.И. 18.03-01.176
 Сухорукова О.Б. 18.03-01.106
 Сухоручкин Д.А. 18.03-01.474
 Сызранова Н.Г. 18.03-01.395
 Сысоев Н.Н. 18.03-01.367
 Сысуева Е.В. 18.03-01.478
 Сычугов К.Р. 18.03-01.136
 Сюняев Р.А. 18.03-01.642

Т

Тарасевич С.Э. 18.03-01.447
 Тарасов С.А. 18.03-01.483
 Тарасов С.П. 18.03-01.200
 Текуева Д.А. 18.03-01.665
 Тельнов А.К. 18.03-01.389
 Тельных А.А. 18.03-01.473
 Терёхина Я.Е. 18.03-01.177
 Терехов В.И. 18.03-01.401
 Тикалов А.В. 18.03-01.480
 Тимергалиев С.Н. 18.03-01.89
 Тимофеев А.В. 18.03-01.119
 Тимофеева Е.Ф. 18.03-01.176
 Тимошенков В.Г. 18.03-01.79,
 18.03-01.80, 18.03-01.170,
 18.03-01.221, 18.03-01.246,
 18.03-01.254, 18.03-01.261,
 18.03-01.268, 18.03-01.274,
 18.03-01.291, 18.03-01.462
 Тирский Г.А. 18.03-01.543
 Титов О.А. 18.03-01.629
 Тишкин В.Ф. 18.03-01.45
 Ткачева Н.В. 18.03-01.158
 Ткаченко А.Ю. 18.03-01.624
 Ткаченко С.А. 18.03-01.41
 Ткаченко Ю.С. 18.03-01.55
 Товстик П.Е. 18.03-01.61
 Товстик Т.П. 18.03-01.61
 Толмачев А.М. 18.03-01.603,
 18.03-01.604
 Толоконников Л.А. 18.03-01.23
 Томилина Т.М. 18.03-01.453,
 18.03-01.454
 Томилова И.В. 18.03-01.590
 Томов А.В. 18.03-01.123
 Томозов В.М. 18.03-01.579,
 18.03-01.607, 18.03-01.611
 Торопина О.Д. 18.03-01.601
 Тренихин М.В. 18.03-01.153
 Третьяков П.К. 18.03-01.371
 Трипольцев А.Г. 18.03-01.279
 Трифонова Е.А. 18.03-01.110
 Троицкая Ю.В. 18.03-01.644
 Троицкий И.С. 18.03-01.644

Тропин Д.А. 18.03-01.127
 Трофимов Д.А. 18.03-01.637
 Трошин А.И. 18.03-01.382
 Трунов В.И. 18.03-01.54
 Трухачев Ф.М. 18.03-01.102,
 18.03-01.123
 Трушляков В.И. 18.03-01.350
 Тупикин А.В. 18.03-01.371
 Турчанинов В.И. 18.03-01.414
 Турчин И.В. 18.03-01.472
 Тырышкин И.М. 18.03-01.349
 Тюльбашев С.А. 18.03-01.616
 Тюренкова В.В. 18.03-01.353
 Тютюкин Ю.В. 18.03-01.273
 Тютин М.Р. 18.03-01.504

У

Ужва С.С. 18.03-01.318
 Унжаков Е.В. 18.03-01.665
 Упырев В.В. 18.03-01.357
 Уразбахтина Ю.О. 18.03-01.520
 Уральская В.С. 18.03-01.573
 Урадука М.Р.Р. 18.03-01.619
 Усанин В.С. 18.03-01.658
 Устинов А.М. 18.03-01.451

Ф

Фаворская А.В. 18.03-01.411,
 18.03-01.412
 Фадин А.С. 18.03-01.469
 Файн И.В. 18.03-01.209
 Файнштейн В.Г. 18.03-01.576
 Фараносов Г.А. 18.03-01.342
 Фарфель В.А. 18.03-01.306
 Фатеева А.М. 18.03-01.619
 Федоренко Г.А. 18.03-01.406
 Фёдоров А.В. 18.03-01.126,
 18.03-01.127, 18.03-01.158
 Федоров А.В. 18.03-01.350
 Федоров А.Н. 18.03-01.110
 Федорова В.А. 18.03-01.620
 Фигера Ф.Э. 18.03-01.619
 Фикс Г.Е. 18.03-01.459
 Фикс И.Ш. 18.03-01.459
 Филатов А.Л. 18.03-01.147
 Филева С.А. 18.03-01.455
 Филиппов А.И. 18.03-01.413
 Филиппов Б.П. 18.03-01.618
 Филиппова А.С. 18.03-01.613
 Филиппова Е.В. 18.03-01.624
 Филободченко М.А. 18.03-01.192
 Фирсов В.А. 18.03-01.53
 Фирсова А.В. 18.03-01.370
 Фомин А.К. 18.03-01.533
 Фролов Б.Н. 18.03-01.525

Х

Хабибуллин И.И. 18.03-01.652
 Хабибуллин М.В. 18.03-01.363
 Хагабанов С.М. 18.03-01.227
 Хазинс В.М. 18.03-01.561
 Хакимова З.Р. 18.03-01.485
 Халаев Н.Л. 18.03-01.51,
 18.03-01.225
 Халиуллина А.И. 18.03-01.609
 Халявкин А.А. 18.03-01.49,
 18.03-01.50, 18.03-01.425,
 18.03-01.426, 18.03-01.427,
 18.03-01.430, 18.03-01.437
 Хаметов Р.К. 18.03-01.220,
 18.03-01.245, 18.03-01.259
 Хамитов И.М. 18.03-01.642

Харахашьян А.М. 18.03-01.36,
 18.03-01.38
 Харинов М.А. 18.03-01.602
 Харитонов В.В. 18.03-01.418,
 18.03-01.423
 Хартог П. 18.03-01.574
 Хархардин А.Н. 18.03-01.589
 Хецева М.С. 18.03-01.525
 Хильов А.И. 18.03-01.473
 Хирш З. 18.03-01.483
 Хлыбов А.А. 18.03-01.131,
 18.03-01.490
 Хмель Т.А. 18.03-01.126
 Хоботов А.Г. 18.03-01.473
 Ховричев М.Ю. 18.03-01.626
 Холмогоров С.А. 18.03-01.70
 Холшевников К.В. 18.03-01.612
 Хонг Х.Х. 18.03-01.502
 Хорунжев Г.А. 18.03-01.642
 Хохлов Н.И. 18.03-01.412
 Хохлова В.А. 18.03-01.11,
 18.03-01.104, 18.03-01.474
 Храмова Е.А. 18.03-01.472
 Хрусталева А.К. 18.03-01.494

Ц

Цай Ц. 18.03-01.34
 Царева А.В. 18.03-01.272
 Цветков А.С. 18.03-01.637
 Цветков Д.Ю. 18.03-01.644
 Цепляев И.С. 18.03-01.471
 Цомаев М.З. 18.03-01.325
 Цыганков С.С. 18.03-01.652
 Цысарь С.А. 18.03-01.474

Ч

Чалпыгин В.А. 18.03-01.49
 Чашей И.В. 18.03-01.616
 Чашечкин Ю.Д. 18.03-01.339
 Чен Ш.И. 18.03-01.503
 Чепрасов С.А. 18.03-01.347
 Черепецкая Е.Б. 18.03-01.468
 Черкасов Д.Ю. 18.03-01.35
 Черкашин В.В. 18.03-01.54
 Чернова В.В. 18.03-01.497
 Чернова И.Н. 18.03-01.528
 Черногор Л.Ф. 18.03-01.569
 Черноусов А.Д. 18.03-01.343
 Черный К.И. 18.03-01.387
 Черных А.В. 18.03-01.666
 Чернышев С.А. 18.03-01.342
 Чернышов М.В. 18.03-01.359
 Черняев А.П. 18.03-01.507
 Честных А.О. 18.03-01.403
 Четвериков А.П. 18.03-01.117
 Четверушкин Б.Н. 18.03-01.443
 Чететкин В.М. 18.03-01.136,
 18.03-01.608
 Чистяков А.Е. 18.03-01.176
 Чугай Н.Н. 18.03-01.650
 Чугунин Д.В. 18.03-01.123
 Чунчузов И.П. 18.03-01.335
 Чупашев А.В. 18.03-01.363
 Чуразов Е.М. 18.03-01.652
 Чхетиани О.Г. 18.03-01.335

Ш

Шабловинская Е.С. 18.03-01.595
 Шагапов В.Ш. 18.03-01.485
 Шаехова И.Ф. 18.03-01.517
 Шакин О.В. 18.03-01.140
 Шалагин А.М. 18.03-01.621

- Шалимова Е.В. 18.03-01.499
Шаманаева Л.Г. 18.03-01.336
Шамолин М.В. 18.03-01.441
Шаныгин А.Н. 18.03-01.486
Шао Й.Л. 18.03-01.502
Шарова О.И. 18.03-01.594,
18.03-01.605
Шарфарец Б.П. 18.03-01.47,
18.03-01.48
Шаторная А.М. 18.03-01.463
Шатохин А.В. 18.03-01.2, 18.03-01.3
Шатский Н.И. 18.03-01.644
Шахтарин Б.И. 18.03-01.229
Шашурин А.Е. 18.03-01.445,
18.03-01.456
Швецов А.С. 18.03-01.129
Швецов И.А. 18.03-01.105,
18.03-01.519
Шведова Н.А. 18.03-01.106,
18.03-01.519
Шевченко А.П. 18.03-01.241
Шевченко А.С. 18.03-01.539
Шевченко И.И. 18.03-01.627
Шейнман Е.Л. 18.03-01.227,
18.03-01.258, 18.03-01.265,
18.03-01.272, 18.03-01.280
Шестакова Л.И. 18.03-01.564
Шешегов П.Н. 18.03-01.418,
18.03-01.423
Ши Й.Ч. 18.03-01.502
Шигорин В.Д. 18.03-01.109
Шинкевич Ю.Г. 18.03-01.252,
18.03-01.331
Шипилов С.Э. 18.03-01.471,
18.03-01.482
Шишацкий Ю.И. 18.03-01.160
Шишняя А.В. 18.03-01.176
Шишкин В.М. 18.03-01.53
Шишкин В.Н. 18.03-01.201
Шишов В.И. 18.03-01.616
Шкадов В.Я. 18.03-01.125
Шклярчук Ф.Н. 18.03-01.18
Школьников И.С. 18.03-01.227,
18.03-01.247, 18.03-01.258,
18.03-01.271
Шмидт А.А. 18.03-01.114
Шмидт Э.Г. 18.03-01.267
Шокиров Ф.Ш. 18.03-01.103
Шорстов В.А. 18.03-01.381
Шостак С.В. 18.03-01.241
Штернберг А. 18.03-01.154
Штыковский А.Е. 18.03-01.624,
18.03-01.630
Шуваев Н.В. 18.03-01.24
Шувалов В.В. 18.03-01.561,
18.03-01.568
Шуваринов В.А. 18.03-01.349
Шугаев В.А. 18.03-01.358
Шугаев Ф.В. 18.03-01.35
Шугаров А.С. 18.03-01.619
Шугаров С.Ю. 18.03-01.644
Шумилов А.А. 18.03-01.626
Шурпатов А.О. 18.03-01.61
Шуруп А.С. 18.03-01.213,
18.03-01.416
Шутеев С.А. 18.03-01.367
Шутов А.Л. 18.03-01.247,
18.03-01.271
- Щ**
- Щепкин Е.В. 18.03-01.325
Щербаков А.В. 18.03-01.488
Щербина А.Д. 18.03-01.556
- Щербинин С.А. 18.03-01.105,
18.03-01.519
Щипин С.К. 18.03-01.440
- Э**
- Эйсмонт Н.А. 18.03-01.641
Эстрада Р.З. 18.03-01.619
- Ю**
- Югов Н.Т. 18.03-01.363
Юдин Ю.И. 18.03-01.435
Юлдашев П.В. 18.03-01.104,
18.03-01.474
Юмагулов М.Г. 18.03-01.600
Юсупалиев У. 18.03-01.367
- Я**
- Яготинец В.П. 18.03-01.217,
18.03-01.231
Язев С.А. 18.03-01.607
Якименко С.П. 18.03-01.665
Яковлев А.Б. 18.03-01.447
Яковлева В.А. 18.03-01.595
Яковлева О.Е. 18.03-01.581
Яковчук М.С. 18.03-01.369
Якубов В.П. 18.03-01.471,
18.03-01.482
Якунина Г.В. 18.03-01.663
Якуничков А.Н. 18.03-01.373
Ян В. 18.03-01.502
Янин А.Ф. 18.03-01.551
Янышев Д.С. 18.03-01.341
Ясовеев В.Х. 18.03-01.484
Яхин Р.А. 18.03-01.664

УКАЗАТЕЛЬ ИСТОЧНИКОВ

Журналы

- Noise Theory and Practice (Электронный ресурс). 2018. 4, № 1
18.03-01.32, 18.03-01.346, 18.03-01.442, 18.03-01.452,
18.03-01.456, 18.03-01.515
- Авиакосмическое приборостроение. 2018, № 3 **18.03-01.129**
- Авиакосмическое приборостроение. 2018, № 4 **18.03-01.455**
- Автометрия. 2018. 54, № 1 **18.03-01.54, 18.03-01.666**
- Автометрия. 2018. 54, № 3 **18.03-01.421**
- Автомобильный транспорт. 2017, № 41 **18.03-01.419**
- Акустический журнал. 2018. 64, № 3 **18.03-01.11,**
18.03-01.25, 18.03-01.83, 18.03-01.90, 18.03-01.98,
18.03-01.99, 18.03-01.100, 18.03-01.101, 18.03-01.104,
18.03-01.112, 18.03-01.177, 18.03-01.178, 18.03-01.193,
18.03-01.377
- Астрон. ж. 2018. 95, № 2 **18.03-01.594, 18.03-01.595,**
18.03-01.596, 18.03-01.597, 18.03-01.598, 18.03-01.599,
18.03-01.600
- Астрон. ж. 2018. 95, № 3 **18.03-01.601, 18.03-01.602,**
18.03-01.603, 18.03-01.604, 18.03-01.605, 18.03-01.606,
18.03-01.607
- Астрон. ж. 2018. 95, № 4 **18.03-01.608, 18.03-01.609,**
18.03-01.610, 18.03-01.611, 18.03-01.612, 18.03-01.613
- Астрон. ж. 2018. 95, № 5 **18.03-01.614, 18.03-01.615,**
18.03-01.616, 18.03-01.617, 18.03-01.618
- Астрон. ж. 2018. 95, № 6 **18.03-01.619, 18.03-01.620,**
18.03-01.621, 18.03-01.622, 18.03-01.623
- Астрономический вестник. 2018. 52, № 2 **18.03-01.557,**
18.03-01.558, 18.03-01.559, 18.03-01.560, 18.03-01.561,
18.03-01.562, 18.03-01.563, 18.03-01.564, 18.03-01.565,
18.03-01.566
- Астрономический вестник. 2018. 52, № 3 **18.03-01.567,**
18.03-01.568, 18.03-01.569, 18.03-01.570, 18.03-01.571,
18.03-01.572, 18.03-01.573, 18.03-01.574, 18.03-01.575
- Безопасность в техносфере. 2017. 6, № 6 **18.03-01.512**
- Безопасность жизнедеятельности. 2018, № 6 **18.03-01.445**
- Биофизика. 2018. 63, № 3 **18.03-01.521, 18.03-01.522**
- В мире неразрушающего контроля. 2018. 21, № 1
18.03-01.161, 18.03-01.489
- Вестн. Том. гос. ун-та. Математика и механика. 2018, № 52
18.03-01.393, 18.03-01.394
- Вестн. Том. гос. ун-та. Математика и механика. 2018, № 53
18.03-01.349
- Вестн. Белор.-Рос. унив. 2018, № 1 **18.03-01.33**
- Вестн. Белор.-Рос. унив. 2018, № 2 **18.03-01.523**
- Вестн. МЭИ. 2018, № 2 **18.03-01.29**
- Вестн. МЭИ. 2018, № 3 **18.03-01.156**
- Вестник Астраханского гос. техническ. ун-та. Сер.: Морская
техника и технология. 2009, № 2 **18.03-01.424**
- Вестник Астраханского гос. техническ. ун-та. Сер.: Морская
техника и технология. 2010, № 1 **18.03-01.425,**
18.03-01.426
- Вестник Астраханского гос. техническ. ун-та. Сер.: Морская
техника и технология. 2010, № 2 **18.03-01.427**
- Вестник Астраханского гос. техническ. ун-та. Сер.: Морская
техника и технология. 2011, № 2 **18.03-01.49,**
18.03-01.428
- Вестник Астраханского гос. техническ. ун-та. Сер.: Морская
техника и технология. 2012, № 2 **18.03-01.50,**
18.03-01.429, 18.03-01.430
- Вестник Астраханского гос. техническ. ун-та. Сер.: Морская
техника и технология. 2013, № 2 **18.03-01.431**
- Вестник Астраханского гос. техническ. ун-та. Сер.: Морская
техника и технология. 2014, № 1 **18.03-01.432**
- Вестник Астраханского гос. техническ. ун-та. Сер.: Морская
техника и технология. 2014, № 2 **18.03-01.433**
- Вестник Астраханского гос. техническ. ун-та. Сер.: Морская
техника и технология. 2014, № 3 **18.03-01.434**
- Вестник Астраханского гос. техническ. ун-та. Сер.: Морская
техника и технология. 2016, № 2 **18.03-01.435**
- Вестник Астраханского гос. техническ. ун-та. Сер.: Морская
техника и технология. 2017, № 2 **18.03-01.436,**
18.03-01.480
- Вестник Астраханского гос. техническ. ун-та. Сер.: Морская
техника и технология. 2017, № 4 **18.03-01.437**
- Вестник Астраханского гос. техническ. ун-та. Сер.: Морская
техника и технология. 2018, № 1 **18.03-01.438**
- Вестник Астраханского гос. техническ. ун-та. Сер.: Морская
техника и технология. 2018, № 2 **18.03-01.439**
- Вестник Воронежского гос. технич. ун-та. 2018. 14, № 2
18.03-01.55
- Вестник Воронежского гос. ун-та. Сер. Физика. Математика.
2018, № 1 **18.03-01.41, 18.03-01.42, 18.03-01.92,**
18.03-01.103
- Вестник Воронежского государственного ун-та инженерных
технологий. 2018. 80, № 1 **18.03-01.160, 18.03-01.513**
- Вестник Донского гос. технич. ун-та. 2017. 17, № 4
18.03-01.43, 18.03-01.56
- Вестник Забайкальского государственного университета. 2018.
24, № 1 **18.03-01.337**
- Вестник Ижевского гос. технич. ун-та. 2018. 21, № 2
18.03-01.508, 18.03-01.516
- Вестник Казанского гос. технич. ун-та им. А. Н. Туполева.
2017. 73, № 4 **18.03-01.517**
- Вестник Кузбасского гос. технич. ун-та. 2018, № 2
18.03-01.510, 18.03-01.511
- Вестник Кыргызско-Российского Славянского ун-та. 2017. 17,
№ 8 **18.03-01.667**
- Вестник машиностроения. 2018, № 3 **18.03-01.159**
- Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия: Естественные
науки. 2018, № 1 **18.03-01.63**
- Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия: Машиностроение.
2018, № 2 **18.03-01.139**
- Вестник МГУ. Сер. 1: Математика. Механика. 2017, № 5
18.03-01.340
- Вестник МГУ. Серия 15: Вычислительная математика и
кибернетика. 2018, № 2 **18.03-01.69**
- Вестник МГУ. Серия 3: Физика. Астрономия. 2016, № 5
18.03-01.544
- Вестник МГУ. Серия 3: Физика. Астрономия. 2017, № 6
18.03-01.208, 18.03-01.367, 18.03-01.415, 18.03-01.545,
18.03-01.659, 18.03-01.660
- Вестник МГУ. Серия 3: Физика. Астрономия. 2018, № 1
18.03-01.144, 18.03-01.468
- Вестник МГУ. Серия 3: Физика. Астрономия. 2018, № 2
18.03-01.35, 18.03-01.209, 18.03-01.661, 18.03-01.662,
18.03-01.663
- Вестник Московского авиац. ин-та. 2018. 25, № 2
18.03-01.389
- Вестник Московского гос. обл. ун-та. Серия: Физ.—Мат. 2018,
№ 1 **18.03-01.93**
- Вестник научно-технического развития. 2018, № 1
18.03-01.17, 18.03-01.135, 18.03-01.354
- Вестник научно-технического развития. 2018, № 3
18.03-01.355
- Вестник научно-технического развития. 2018, № 5
18.03-01.85, 18.03-01.299, 18.03-01.356
- Вестник новых медицинских технологий: Теор. и науч.-практ.
журн. 2018. 25, № 1 **18.03-01.151, 18.03-01.520**
- Вестник Пермского национального исследовательского
политехнического ун-та. Аэрокосмическая техника. 2018, №
52 **18.03-01.24**
- Вестник Пермского ун-та. Серия: Физика. 2018, № 1
18.03-01.28
- Вестник Ростовского гос. ун-та путей сообщения. 2017, № 3
18.03-01.106
- Вестник РУДН. Серии Математика. Информатика. Физика.
2018. 26, № 2 **18.03-01.19**
- Вестник Самарского ун-та. Аэрокосмическая техника,
технологии и машиностроение. 2018. 17, № 1
18.03-01.440
- Вестник Северо-Восточного федерального ун-та имени М. К.

- Аммосова. 2018, № 2 **18.03-01.592**
Вестник Тамбовского государственного технического университета (ТГТУ). 2018. 24, № 1 **18.03-01.370**
Вестник Тверского государственного технического университета. 2018, № 1 **18.03-01.514**
Вестник Тихоокеанского гос. ун-та. 2018, № 1 **18.03-01.20, 18.03-01.118**
Вестник Томского гос. архитектурно-строительного ун-та. 2018. 20, № 1 **18.03-01.57**
Вестник Томского гос. архитектурно-строительного ун-та. 2018. 20, № 2 **18.03-01.458**
Вестник Томского гос. архитектурно-строительного ун-та. 2018. 20, № 3 **18.03-01.451**
Вопросы истории естествознания и техники. 2018. 39, № 2 **18.03-01.556**
Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму. 2018, № 1-2 **18.03-01.357, 18.03-01.358, 18.03-01.359**
Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму. 2018, № 3-4 **18.03-01.360, 18.03-01.418, 18.03-01.509**
Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму. 2018, № 5-6 **18.03-01.22, 18.03-01.201, 18.03-01.228, 18.03-01.423**
Вычисл. методы и программир. 2018. 19, № 2 **18.03-01.66, 18.03-01.369, 18.03-01.467**
Гидроакустика. 2015, № 21 **18.03-01.36, 18.03-01.167, 18.03-01.179, 18.03-01.216, 18.03-01.230, 18.03-01.239, 18.03-01.240, 18.03-01.241, 18.03-01.300, 18.03-01.301, 18.03-01.302, 18.03-01.329**
Гидроакустика. 2015, № 22 **18.03-01.168, 18.03-01.180, 18.03-01.226, 18.03-01.242, 18.03-01.243, 18.03-01.244, 18.03-01.245, 18.03-01.246, 18.03-01.247, 18.03-01.248, 18.03-01.249, 18.03-01.303, 18.03-01.304, 18.03-01.330, 18.03-01.331**
Гидроакустика. 2015, № 23 **18.03-01.95, 18.03-01.169, 18.03-01.170, 18.03-01.171, 18.03-01.227, 18.03-01.231, 18.03-01.250, 18.03-01.251, 18.03-01.252, 18.03-01.305, 18.03-01.306**
Гидроакустика. 2015, № 24 **18.03-01.37, 18.03-01.59, 18.03-01.181, 18.03-01.192, 18.03-01.194, 18.03-01.197, 18.03-01.253, 18.03-01.254, 18.03-01.307, 18.03-01.308, 18.03-01.309**
Гидроакустика. 2016, № 25 **18.03-01.172, 18.03-01.210, 18.03-01.217, 18.03-01.232, 18.03-01.255, 18.03-01.256, 18.03-01.257, 18.03-01.310, 18.03-01.311, 18.03-01.312, 18.03-01.462, 18.03-01.463**
Гидроакустика. 2016, № 26 **18.03-01.12, 18.03-01.182, 18.03-01.195, 18.03-01.196, 18.03-01.218, 18.03-01.233, 18.03-01.258, 18.03-01.259, 18.03-01.260, 18.03-01.261, 18.03-01.262, 18.03-01.313, 18.03-01.314, 18.03-01.546**
Гидроакустика. 2016, № 27 **18.03-01.2, 18.03-01.60, 18.03-01.79, 18.03-01.183, 18.03-01.184, 18.03-01.263, 18.03-01.264, 18.03-01.265, 18.03-01.266, 18.03-01.315, 18.03-01.464**
Гидроакустика. 2016, № 28 **18.03-01.3, 18.03-01.38, 18.03-01.173, 18.03-01.185, 18.03-01.204, 18.03-01.234, 18.03-01.267, 18.03-01.268, 18.03-01.269, 18.03-01.316, 18.03-01.332, 18.03-01.417**
Гидроакустика. 2017, № 29 **18.03-01.186, 18.03-01.187, 18.03-01.211, 18.03-01.219, 18.03-01.270, 18.03-01.271, 18.03-01.272, 18.03-01.273, 18.03-01.274, 18.03-01.317, 18.03-01.318, 18.03-01.326**
Гидроакустика. 2017, № 30 **18.03-01.13, 18.03-01.80, 18.03-01.198, 18.03-01.199, 18.03-01.212, 18.03-01.220, 18.03-01.275, 18.03-01.276, 18.03-01.277, 18.03-01.278, 18.03-01.279, 18.03-01.319, 18.03-01.327, 18.03-01.422**
Гидроакустика. 2017, № 31 **18.03-01.71, 18.03-01.174, 18.03-01.221, 18.03-01.280, 18.03-01.281, 18.03-01.282, 18.03-01.283, 18.03-01.284, 18.03-01.285, 18.03-01.286, 18.03-01.287**
Гидроакустика. 2017, № 32 **18.03-01.4, 18.03-01.188, 18.03-01.288, 18.03-01.289, 18.03-01.290, 18.03-01.291, 18.03-01.292, 18.03-01.320, 18.03-01.321, 18.03-01.322, 18.03-01.323, 18.03-01.449**
Гидроакустика. 2017, № 33 **18.03-01.72, 18.03-01.73, 18.03-01.175, 18.03-01.222, 18.03-01.223, 18.03-01.235, 18.03-01.293, 18.03-01.294, 18.03-01.295, 18.03-01.296, 18.03-01.324**
Двойные технологии. 2018, № 1 **18.03-01.51**
Дефектоскопия. 2018, № 2 **18.03-01.490, 18.03-01.491, 18.03-01.492**
Дефектоскопия. 2018, № 3 **18.03-01.145, 18.03-01.493, 18.03-01.494, 18.03-01.495**
Дефектоскопия. 2018, № 4 **18.03-01.469, 18.03-01.470, 18.03-01.496, 18.03-01.497, 18.03-01.498**
Дефектоскопия. 2018, № 5 **18.03-01.52, 18.03-01.74, 18.03-01.499, 18.03-01.500, 18.03-01.501**
Дефектоскопия. 2018, № 6 **18.03-01.39, 18.03-01.40, 18.03-01.81, 18.03-01.131, 18.03-01.162, 18.03-01.163, 18.03-01.471, 18.03-01.502, 18.03-01.503, 18.03-01.547**
Доклады академии наук. 2018. 479, № 1 **18.03-01.213, 18.03-01.378, 18.03-01.450**
Доклады академии наук. 2018. 479, № 2 **18.03-01.205**
Доклады академии наук. 2018. 479, № 3 **18.03-01.153**
Доклады академии наук. 2018. 479, № 4 **18.03-01.146**
Доклады академии наук. 2018. 479, № 5 **18.03-01.454, 18.03-01.504**
Доклады академии наук. 2018. 480, № 1 **18.03-01.96**
Доклады академии наук. 2018. 480, № 2 **18.03-01.61**
Доклады академии наук. 2018. 480, № 3 **18.03-01.91**
Естественные и технические науки. 2018, № 4 **18.03-01.395**
Ж. эксперим. и теор. физ. 2018. 153, № 3 **18.03-01.117**
Ж. эксперим. и теор. физ. 2018. 153, № 6 **18.03-01.102**
Жидкие кристаллы и их практическое использование. 2015. 15, № 2 **18.03-01.138**
Журнал вычислительной математики и математической физики. 2017. 57, № 9 **18.03-01.457**
Журнал вычислительной математики и математической физики. 2017. 57, № 11 **18.03-01.86, 18.03-01.412**
Журнал вычислительной математики и математической физики. 2018. 58, № 1 **18.03-01.87**
Журнал вычислительной математики и математической физики. 2018. 58, № 2 **18.03-01.396, 18.03-01.397, 18.03-01.398**
Журнал вычислительной математики и математической физики. 2018. 58, № 3 **18.03-01.88, 18.03-01.399**
Журнал прикладной спектроскопии. 2018. 85, № 3 **18.03-01.140**
Журнал технической физики. 2018. 88, № 6 **18.03-01.147**
Журнал технической физики. 2018. 88, № 7 **18.03-01.148**
Изв. ЮФУ. Техн. н. 2018, № 1 **18.03-01.200**
Известия вузов России. Радиоэлектроника. 2018, № 1 **18.03-01.483**
Известия вузов. Радиофизика. 2018. 61, № 1 **18.03-01.165, 18.03-01.202, 18.03-01.203, 18.03-01.473, 18.03-01.476, 18.03-01.539, 18.03-01.540, 18.03-01.541**
Известия вузов. Физика. 2018. 61, № 3 **18.03-01.524, 18.03-01.584**
Известия вузов. Физика. 2018. 61, № 4 **18.03-01.482, 18.03-01.525, 18.03-01.585, 18.03-01.586, 18.03-01.587, 18.03-01.588, 18.03-01.589, 18.03-01.590, 18.03-01.591**
Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника. 2018. 61, № 5 **18.03-01.479**
Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2018, № 3 **18.03-01.67, 18.03-01.115, 18.03-01.125, 18.03-01.338, 18.03-01.342, 18.03-01.364, 18.03-01.365, 18.03-01.372, 18.03-01.373, 18.03-01.374, 18.03-01.384, 18.03-01.402**
Известия РАН. Серия физическая. 2018. 82, № 1 **18.03-01.1, 18.03-01.27, 18.03-01.94, 18.03-01.107, 18.03-01.116, 18.03-01.134, 18.03-01.141, 18.03-01.166, 18.03-01.190, 18.03-01.343, 18.03-01.416, 18.03-01.453, 18.03-01.459, 18.03-01.466, 18.03-01.472, 18.03-01.474, 18.03-01.475, 18.03-01.486, 18.03-01.518**
Известия РАН. Серия физическая. 2018. 82, № 3 **18.03-01.105, 18.03-01.154, 18.03-01.519**
Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2018. 54, № 1 **18.03-01.132**
Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2018. 54, № 2 **18.03-01.75, 18.03-01.133, 18.03-01.334, 18.03-01.339,**

- 18.03-01.548**
Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2018. 54, № 3
18.03-01.333, 18.03-01.335, 18.03-01.549
- Известия Саратовского государственного университета. Новая серия. Серия: Физика. 2018. 18, № 1 **18.03-01.21**
- Известия Юго-Западного государственного ун-та. 2018, № 1
18.03-01.488
- Измерительная техника. 2018, № 3 **18.03-01.158**
Измерительная техника. 2018, № 4 **18.03-01.328**
- Инженерная физика. 2018, № 2 **18.03-01.654**
Инженерная физика. 2018, № 3 **18.03-01.655**
Инженерная физика. 2018, № 4 **18.03-01.26, 18.03-01.656**
Инженерная физика. 2018, № 5 **18.03-01.535**
Инженерная физика. 2018, № 6 **18.03-01.536, 18.03-01.537, 18.03-01.657**
- Инженерно-физический журнал. 2018. 91, № 2
18.03-01.111, 18.03-01.152, 18.03-01.350, 18.03-01.361, 18.03-01.362, 18.03-01.371, 18.03-01.420, 18.03-01.446, 18.03-01.447
- Инженерно-физический журнал. 2018. 91, № 3 **18.03-01.46, 18.03-01.189, 18.03-01.341, 18.03-01.363, 18.03-01.400, 18.03-01.401, 18.03-01.485, 18.03-01.538**
- Квантовая электроника. 2018. 48, № 6 **18.03-01.150, 18.03-01.155**
- Квантовая электроника. 2018. 48, № 7 **18.03-01.128**
- Контроль. Диагностика. 2018, № 4 **18.03-01.505, 18.03-01.506**
- Кратк. сообщ. по физ. ФИАН. 2018. 45, № 4 **18.03-01.10**
Кратк. сообщ. по физ. ФИАН. 2018. 45, № 5 **18.03-01.534**
Кратк. сообщ. по физ. ФИАН. 2018. 45, № 6 **18.03-01.110**
- Мат. моделир. 2018. 30, № 2 **18.03-01.14, 18.03-01.77, 18.03-01.78, 18.03-01.119, 18.03-01.380, 18.03-01.408, 18.03-01.409, 18.03-01.443, 18.03-01.593**
- Мат. моделир. 2018. 30, № 3 **18.03-01.65, 18.03-01.176, 18.03-01.353, 18.03-01.410, 18.03-01.411, 18.03-01.444, 18.03-01.465, 18.03-01.528, 18.03-01.529**
- Мат. моделир. 2018. 30, № 4 **18.03-01.109, 18.03-01.120, 18.03-01.121, 18.03-01.136, 18.03-01.347, 18.03-01.414, 18.03-01.530, 18.03-01.531, 18.03-01.532, 18.03-01.533**
- Мат. моделир. 2018. 30, № 5 **18.03-01.5, 18.03-01.6, 18.03-01.15, 18.03-01.44, 18.03-01.45, 18.03-01.381, 18.03-01.382, 18.03-01.390, 18.03-01.391**
- Математические заметки. 2018. 103, № 6 **18.03-01.84, 18.03-01.352**
- Машиностроение и компьютерные технологии. 2018, № 3
18.03-01.351, 18.03-01.555
- Мор. гидрофиз. ж. 2018, № 1 **18.03-01.130**
- Морской сборник. 2018. 2055, № 6 **18.03-01.236**
- Науч. приборостр. 2018. 28, № 2 **18.03-01.47, 18.03-01.48, 18.03-01.143**
- Научно-технич. ведомости Санкт-Петербургского гос. политехнич. ун-та. Физ.-мат. н. 2018. 11, № 1
18.03-01.114, 18.03-01.526, 18.03-01.527
- Научные труды Дальневосточного гос. технич. рыбохоз-ва ун-та. 2016. 39, № 1 **18.03-01.297**
- Научные труды Дальневосточного гос. технич. рыбохоз-ва ун-та. 2017. 40, № 2 **18.03-01.206**
- Научные труды Дальневосточного гос. технич. рыбохоз-ва ун-та. 2017. 41, № 3 **18.03-01.224**
- Научные труды Дальневосточного гос. технич. рыбохоз-ва ун-та. 2017. 42 **18.03-01.238**
- Научные труды Дальневосточного гос. технич. рыбохоз-ва ун-та. 2017. 43, № 4 **18.03-01.237, 18.03-01.298**
- Научные труды Дальневосточного гос. технич. рыбохоз-ва ун-та. 2018. 44, № 1 **18.03-01.225**
- Нелинейный мир. 2018. 16, № 2 **18.03-01.68, 18.03-01.137**
- Оптика атмосферы и океана. 2018. 31, № 5 **18.03-01.336**
- Перспективные материалы. 2018, № 3 **18.03-01.113**
- Письма в Астрон. ж. 2018. 44, № 2 **18.03-01.624, 18.03-01.625, 18.03-01.626, 18.03-01.627, 18.03-01.628**
- Письма в Астрон. ж. 2018. 44, № 3 **18.03-01.629, 18.03-01.630, 18.03-01.631, 18.03-01.632, 18.03-01.633, 18.03-01.634**
- Письма в Астрон. ж. 2018. 44, № 4 **18.03-01.635, 18.03-01.636, 18.03-01.637, 18.03-01.638, 18.03-01.639, 18.03-01.640, 18.03-01.641**
- Письма в Астрон. ж. 2018. 44, № 5 **18.03-01.642, 18.03-01.643, 18.03-01.644, 18.03-01.645, 18.03-01.646, 18.03-01.647**
- Письма в Астрон. ж. 2018. 44, № 6 **18.03-01.648, 18.03-01.649, 18.03-01.650, 18.03-01.651, 18.03-01.652, 18.03-01.653**
- Письма в Журнал технической физики. 2018. 44, № 14
18.03-01.123
- Письма в ЖЭТФ. 2018. 107, № 6 **18.03-01.550**
Письма в ЖЭТФ. 2018. 107, № 7 **18.03-01.551, 18.03-01.664**
- Письма в ЖЭТФ. 2018. 107, № 10 **18.03-01.665**
- Ползуновский вестник. 2018, № 1 **18.03-01.157**
- Приборы. 2018, № 2 **18.03-01.484**
- Приборы и техника эксперимента. 2018, № 3 **18.03-01.76, 18.03-01.149**
- Прикл. мат. и мех. 2017. 81, № 5 **18.03-01.30, 18.03-01.191, 18.03-01.543**
- Прикл. мат. и мех. 2017. 81, № 6 **18.03-01.23, 18.03-01.58**
- Прикл. мат. и мех. 2018. 82, № 1 **18.03-01.89**
- Прикл. мат. и мех. 2018. 82, № 2 **18.03-01.460**
- Прикл. мат. и мех. 2018. 82, № 3 **18.03-01.448**
- Прикладная механика и техническая физика. 2018. 59, № 2
18.03-01.97, 18.03-01.344, 18.03-01.379
- Прикладная механика и техническая физика. 2018. 59, № 3
18.03-01.53, 18.03-01.62, 18.03-01.82, 18.03-01.122, 18.03-01.368, 18.03-01.407, 18.03-01.413, 18.03-01.507
- Прикладная физика. 2018, № 1 **18.03-01.142**
- Радиотехника и электроника. 2018. 63, № 4 **18.03-01.229**
- Сейсмические приборы. 2018. 54, № 1 **18.03-01.214**
- Сенсорные системы. 2018. 32, № 2 **18.03-01.477, 18.03-01.478**
- Сибирский журнал индустриальной математики. 2017. 20, № 4
18.03-01.441
- Советский физик. 2016, № 1 **18.03-01.7**
Советский физик. 2016, № 2 **18.03-01.8**
Советский физик. 2016, № 3 **18.03-01.9**
- Современные наукоемкие технологии. 2018, № 4
18.03-01.487
- Солнечно-земная физика. 2018. 4, № 1 **18.03-01.576, 18.03-01.577, 18.03-01.578, 18.03-01.579, 18.03-01.580, 18.03-01.581, 18.03-01.582, 18.03-01.583**
- Теплофиз. и аэромех. 2018, № 1 **18.03-01.16, 18.03-01.124, 18.03-01.392**
- Теплофиз. и аэромех. 2018, № 3 **18.03-01.34, 18.03-01.348, 18.03-01.383**
- Техническая акустика. 2018. 18, № 1 **18.03-01.215**
- Труды Крыловского государственного научного центра. 2018, № 1 **18.03-01.164**
- Труды Крыловского государственного научного центра. 2018, № 1-1 **18.03-01.31, 18.03-01.325, 18.03-01.345, 18.03-01.481**
- УФН. 2018. 188, № 4 **18.03-01.552, 18.03-01.553**
УФН. 2018. 188, № 7 **18.03-01.554**
- Учен. зап. ЦАГИ. 2018. 49, № 1 **18.03-01.375, 18.03-01.385, 18.03-01.386, 18.03-01.403, 18.03-01.404**
Учен. зап. ЦАГИ. 2018. 49, № 2 **18.03-01.366, 18.03-01.387**
Учен. зап. ЦАГИ. 2018. 49, № 3 **18.03-01.376, 18.03-01.388, 18.03-01.405, 18.03-01.406**
- Ученые записки Казанского государственного университета. Серия Физико-математические науки. 2017. 159, № 4
18.03-01.18, 18.03-01.70, 18.03-01.658
- Ученые записки физического ф-та МГУ. 2018, № 3
18.03-01.207, 18.03-01.542
- Физика горения и взрыва. 2018. 54, № 2 **18.03-01.108, 18.03-01.126, 18.03-01.127**
- Электронный научный журнал APRIORI. Серия: Естественные и технические науки. 2017, № 1
18.03-01.64
- Электронный научный журнал APRIORI. Серия: Естественные и технические науки. 2018, № 2
18.03-01.461

СОДЕРЖАНИЕ

Конгрессы, конференции, семинары, симпозиумы, советы, совещания	18.03-01.1
Библиография	18.03-01.5
Персоналии	18.03-01.6
Классические проблемы линейной акустики и теории волн	18.03-01.14
Нелинейная акустика	18.03-01.83
Физическая акустика	18.03-01.108
Акустика океана, гидроакустика	18.03-01.164
Атмосферная и аэроакустика	18.03-01.333
Акустика структурно неоднородных сред; Геологическая акустика	18.03-01.408
Акустическая экология; Шумы и вибрации	18.03-01.418
Акустика помещений; Музыкальная акустика	18.03-01.461
Обработка акустических сигналов; Компьютерное моделирование	18.03-01.462
Акустика живых систем; Биологическая акустика	18.03-01.472
Физические основы технической акустики	18.03-01.480
Акустика в медицинской практике	18.03-01.518
Физика	18.03-01.523
Астрономия	18.03-01.552
Авторский указатель Указатель источников	