

СИГНАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

01. АКУСТИКА

ОТДЕЛЬНЫЙ ВЫПУСК

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

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

Издается с 2013 г.

№ 06

Выходит 6 раз в год

Москва 2020

Библиография

20.06-01.1К Распространение электромагнитных и акустических волн в морском льду. *Лебедев Г.А., Сухо-руков К.К.* СПб.: СПбГМТУ. 2001, 82 с. ISBN 5-286-01423-2

Рассматриваются особенности распространения радиоволн в морском ледяном покрове. Представлены электрические свойства морского льда с учетом реальных распределений по его толщине основных физических характеристик. Обсуждаются вопросы распространения оптического излучения в снеге и льде и вертикального распределения коэффициентов пропускания и отражения света в снежно-ледяном покрове. Излагаются современные представления о закономерностях распространения в морском льду акустических волн и даются характеристики связи скорости распространения, коэффициентов затухания, отражения и рассеяния звука с характеристиками упругих сред. Предназначена для океанологов, специализирующихся в области геофизики морского льда.

20.06-01.2К Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы юбилейной научно-технической конференции «Проблемы прикладной гидроакустики». №2(46). Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2005

Заводу «Прибой» 65 лет. Но именно в год создания Таганрогского радиотехнического института (ТРТИ), ныне университета (ТРТУ), в 1952 г. приборостроительному заводу «Прибой» был уточнен профиль — выпуск гидролокационных станций и комплексов для Военно-морского флота страны, а с 1957 г. добавилась задача разработки и выпуска отечественной рыбопоисковой гидроакустической аппаратуры для промышленного флота.

20.06-01.3К Оптимальные и адаптивные методы обработки гидроакустических сигналов. Том 2. Адаптивные методы. *Малышкина Г.С.* СПб: Электроприбор. 2011, 374 с. ISBN 978-5-91995-015-8

Основная концепция, изложенная в рамках двухтомной работы, заключается в рассмотрении особенностей ряда известных и новых (предложенных при участии автора) адаптивных алгоритмов применительно к физическим условиям и типовым ситуациям, характерным для гидроакустики. Проведенные исследования опираются на физические модели, рассмотренные в первом томе, и исходят из преемственности адаптивных методов как технически приемлемых путей реализации идей оптимального приема. В книге рассматриваются классические адаптивные (и неадаптивные) алгоритмы Барлета, Кейпона, Борджоти—Лагунаса, теплового шума, линейного предсказания (семейство алгоритмов), Шмидта, Джонсона, семейство ал-

горитмов минимальной нормы и проекционные алгоритмы, а также особенности их функционирования в условиях гидроакустики. В целях повышения разрешающей способности слабых сигналов на фоне сильных мешающих предложена модификация этих алгоритмов путем нормирования в выходном эффекте отметок сильных сигналов. Методами имитационного моделирования показано, что новые модификации адаптивных алгоритмов позволяют существенно улучшить разрешение слабых сигналов в присутствии сильных мешающих локальных источников в режиме шумопеленгования. Исследуется влияние ряда физических и технических факторов на разрешающую способность классических и предложенных алгоритмов.

20.06-01.4К Автоматические системы и технические средства корабельных комплексов. Книга 1. Гидроакустические комплексы надводных кораблей. Принципы построения и решаемые задачи. *Борисенко К.П., Митько В.В.* СПб.: СПбГМТУ. 2012, 236 с.

Книга представляет собой учебник по основам гидроакустики и принципам построения гидроакустических систем для надводных кораблей в рамках курса «Автоматические системы и технические средства корабельных комплексов».

20.06-01.5К Физические основы, методы исследования и практическое применение пьезоматериалов. *Головин В.А., Каплунов И.А., Малышкина О.В., Мовчикова А.А.* М.: Техносфера. 2013, 272 с. ISBN 978-5-94836-352-3

Развитие технологий создания пьезоактивных материалов и их широкое внедрение в электронику требует своевременной научно-информационной и учебно-методической поддержки. Представляемая монография ставит целью рассмотрение как общих вопросов физики пьезо- и сегнетоактивных материалов, так и узконаправленных тем, посвященных специфике получения и практического применения изделий из пьезоэлектрической керамики и композиционных керамических гетероструктур. Описаны методики и экспериментальные установки по исследованию пьезокерамических материалов. Дана подробная классификация пьезокерамических преобразователей по использованию пьезоэлектрических эффектов.

20.06-01.6К Гидроакустические измерения. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. *Выховский Г.Е., Покровский В.А.* Л.: Судостроение. 1971, 160 с.

В учебнике рассмотрена измерительная аппаратура, предназначенная для гидроакустических и специальных электрических измерений: излучающие и генераторные устройства, изме-

рители звукового давления, регистрирующие устройства и др. В книге описаны особенности гидроакустических измерений, проводимых в бассейнах и в морских условиях: требования к бассейнам, методы заглушения бассейнов, особенности измерений в незаглушенных бассейнах, а также градуировка измерительной аппаратуры и гидроакустических преобразователей и др.

20.06-01.7К Подводная акустика. Камп Л. М: Мир. 1972, 328 с.

Основная цель книги Л. Кампа — дать читателю четкое представление о методах передачи звука в воде и научить его проектировать гидроакустические преобразователи и рассчитывать их основные элементы. Первые главы посвящены теории колебаний и элементам лучевой и волновой акустики. Далее рассмотрены методы конструирования подводных антенн, проблемы передачи и преобразования звука, прием и обработка сигналов, в том числе на фоне шумов.

20.06-01.8К Гидроакустические приборы и измерения. Альберс В.М. М: Мир. 1972, 120 с.

20.06-01.9К Технология производства гидроакустической аппаратуры. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Рабинович А.Г., Рубанов Л.А. Л.: Судостроение. 1973, 224 с.

В книге рассмотрены особенности производства гидроакустической аппаратуры, изложены основы разработки и построения технологических процессов, показаны технологические процессы изготовления характерных деталей и узлов, описаны сборка, монтаж и способы регулировки гидроакустической аппаратуры, отражены вопросы, касающиеся ее надежности и испытаний. Большое внимание уделено таким направлениям в области конструкции и производства, как изготовление печатных плат, микроминиатюризация и др.

20.06-01.10К Направленность гидроакустических антенн. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Смарышев М.Д. Л.: Судостроение. 1973, 280 с.

Освоение человечеством богатств Мирового океана, обеспечение безопасности судоходства, дальнейшее развитие рыболовства и многие другие задачи, возникающие в процессе народно-хозяйственного развития, требуют непрерывного совершенствования гидроакустической техники и, в частности, гидроакустических излучающих и приемных антенн. Предлагаемая читателю монография посвящена изложению элементов теории направленности гидроакустических антенн. В ней определены основные параметры, характеризующие направленные свойства гидроакустических антенн, и описаны методы их вычисления. Рассмотрены антенны наиболее распространенных типов: линейные, поверхностные и объемные (дискретные и непрерывные), а также рефлекторные и рупорные. Приведены формулы, определяющие основные параметры перечисленных антенн. Наряду с точными методами расчета, требующими использования электронно-вычислительных машин, рассмотрены и приближенные. Изложен приближенный метод определения влияния случайных ошибок возбуждения элементов на характеристику направленности и на коэффициент концентрации многоэлементных гидроакустических антенн. Книга содержит большое количество графиков, иллюстрирующих зависимости основных параметров антенн от различных факторов. Эти графики могут быть использованы в качестве справочного материала при инженерных расчетах антенн.

20.06-01.11К Гидроакустические измерения. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Боббер Р.Дж. М.: Мир. 1974, 362 с.

Монография известного американского специалиста в области гидроакустики посвящена теории и практике гидроакустических измерений, широко применяющихся сейчас для решения разнообразных научно-технических задач. Рассмотренные в книге методы и аппаратура находят применение, помимо акустики, в геологии, медицине, механике и физике твердого тела. Наиболее полно рассматривается градуировка преобразователей, неразрывно связанная с проблемой измерения звука в воде. Изложены практически все современные методы градуировки, а также основные типы американских гидрофонов и излуча-

телей, их конструкции и характеристики. Автор дает много полезных советов и рекомендаций по практическому использованию описываемых методов. Книга богато иллюстрирована рисунками и графиками, написана ясно и сжато, не перегружена математическими выкладками.

20.06-01.12К Дальность действия гидроакустических средств. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Матвиенко В.Н., Тарасюк Ю.Ф. Л.: Судостроение. 1976, 200 с.

В решении многих прикладных задач исследования, освоения и использования Мирового океана важное место принадлежит гидроакустическим средствам наблюдения и связи. Их основным параметром является дальность действия, которая в морских условиях меняется в широких пределах, что создает трудности при проектировании и эксплуатации соответствующей аппаратуры. Цель настоящей книги - познакомить читателей с основными факторами среды, вызывающими изменения ожидаемой дальности действия гидроакустических средств в морях и океанах, а также с практическими приемами учета характеристик водных масс, поверхности и дна моря при ее определении. Формулы для выполнения расчетов фактора фокусировки, фактора аномалии по лучу и аномалии распространения гидроакустических сигналов приведены применительно к наиболее простой модели среды, обеспечивающей, однако, требуемую точность. Оценка ожидаемой дальности действия судовых станций дается применительно к заданной вероятности правильного обнаружения сигналов. Рассмотрены современные судовые средства для измерения значений скорости звука от поверхности моря до больших глубин и в грунте; показано, как пользоваться номограммами, планшетами для определения ожидаемой дальности действия ГАС, описана программа ее вычислений на ЭЦВМ.

20.06-01.13К Расчет гидроакустических антенн по диаграмме направленности. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Жук В.В. Л.: Судостроение. 1977, 183 с.

Книга посвящена вопросам антенной техники, связанным с построением излучающих систем по заданной диаграмме направленности. В основу положен метод, использующий решение волнового уравнения с опережающими потенциалами поля. Общие теоретические результаты конкретизированы для широко применяемых на практике цилиндрической и плоской непрерывных антенн, линейной и поверхностных антенных решеток, плоской и цилиндрической импедансных антенн. Рассмотрена задача синтеза антенны с учетом погрешностей измерения диаграммы направленности. Приведены примеры решения прикладных задач.

20.06-01.14К Взрывы в море. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Лаврентьев Э.В., Кузьмин О.И. Л.: Судостроение. 1977, 160 с.

В книге изложены результаты теоретических и экспериментальных исследований подводного взрыва. Рассмотрено использование подводных взрывов как источников гидроакустических сигналов в подводной связи, навигации, гидролокации и при проведении исследований Мирового океана. Обобщен экспериментальный материал по исследованию спектральных характеристик взрывных сигналов в мелком и глубоком море. Показаны особенности применения взрывных источников в морской практике.

20.06-01.15К Гидролокатор дельфина. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Голубков А.Г. Л.: Судостроение. 1977, 96 с.

Гидролокатор дельфина - один из наиболее интересных в бионике объектов исследования. Его разрешающая способность, помехозащищенность, адаптивность превосходят аналогичные характеристики технических гидролокаторов. В предлагаемой книге, построенной на основе исследований, проводимых группой научных сотрудников под руководством автора, приведены сведения об основных характеристиках гидролокатора дельфина и его технических моделей, сравниваются результаты решения задач оптимизации зондирующих сигналов для технического гидролокатора и реальные сигналы дельфинов, рассмотрены особенности построения трактов регистрации сигналов

дельфинов и других биологических объектов.

20.06-01.16К Обработка гидроакустической информации на судовых ЦВМ. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. *Рожотов С.П., Титов М.С.* Л.: Судостроение. 1979, 168 с.

В книге рассмотрены методы и алгоритмы обработки гидроакустической информации судовыми ЦВМ, которые могут использоваться как при проведении экспериментальных исследований, так и при реализации методов приема эхо-сигналов. Большое внимание уделено вопросам ввода гидроакустических сигналов в память ЦВМ. Изложены вопросы формирования признаков описания сигналов. Приведены алгоритмы анализа гидролокационной информации и распознавания объектов локации, основанные на использовании логических методов, а также алгоритмы моделирования гидроакустических сигналов, приемного тракта гидролокатора и канала связи. Изложение иллюстрировано примерами решения некоторых конкретных задач на ЦВМ.

20.06-01.17К Эксплуатация судовых гидроакустических станций. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. *Покровский В.А., Щеглов Г.А.* Л.: Судостроение. 1980, 192 с.

Приведены основные характеристики гидроакустических станций (ГАС). Дано описание типовой измерительной аппаратуры, используемой при техническом обслуживании ГАС. Проведен анализ факторов, влияющих на выходные функциональные характеристики ГАС и предложена методика количественной оценки эффективности их эксплуатации.

20.06-01.18К Параметрическая надежность гидроакустических антенн. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. *Жуков В.В., Островский Д.В.* Л.: Судостроение. 1980, 192 с.

Изложены вопросы надежности параметров многоэлементных гидроакустических антенн. Методы расчета базируются на статистической теории. Критерии отказа задаются по характеристике направленности, смещению экстремумов, ширине главного максимума, коэффициенту концентрации. Вероятность безотказной работы определяется как функция статистических моментов разброса параметров и отказов элементов, а также неоднородности среды. Задачи надежности решаются прямыми и обратными методами. По критерию отказа антенны определяется допустимый разброс параметров элементов на стадии разработки, можно прогнозировать работу антенны в период эксплуатации. Приведены примеры, иллюстрирующие методику расчета надежности в типовых антенных задачах при использовании полученных результатов.

20.06-01.19К Системы акустического изображения. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. *Уэйд Г. (ред.)* Л.: Судостроение. 1981, 240 с.

К теме «Акустическая голография» издательство обращается вновь (одно именная книга была выпущена в 1975 г.) в связи с большой актуальностью проблем, связанных с разработкой новых методов и средств получения акустических изображений различных по своей природе объектов. В книге рассмотрены принципы построения и особенности основных типов таких систем. Дан анализ наиболее важных характеристик с указанием путей их улучшения. Отражены требования к этим системам, вытекающие из специфики их применения.

20.06-01.20К Гидроакустические средства связи и наблюдения. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. *Митько В.В., Евтютов А.П., Гуштин С.Е.* Л.: Судостроение. 1982, 200 с.

В книге изложены теоретические основы методов разработки и технической реализации судовых гидроакустических средств и систем (ГАС). Рассмотрены методы оптимизации гидроакустических систем с учетом специфики применяемых сигналов, вида помех и гидроакустического канала передачи информации. Описаны принципы построения судовых гидроакустических средств и систем, используемых для целей гидролокации, шумопеленгования, гидроакустической связи. Изложены вопросы построения рыбопоисковых приборов, приборов измерения и учета гидроакустических условий.

20.06-01.21К Гидроакустические средства связи и наблюдения. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. *Вогородский В.В., Корепин Е.А., Якушев В.И.* Л.: Судостроение. 1983, 248 с.

Приведены расчетные соотношения, обосновывающие проектирование современных подводных электроакустических преобразователей. Дана обширная информация о параметрах материалов и конструкций, необходимых для создания всех основных типов подводных электроакустических преобразователей с учетом последних требований.

20.06-01.22К Гидроакустические навигационные средства. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. *Бородин В.И., Смирнов Г.Е., Толстякова Н.А., Яковлев Г.В.* Л.: Судостроение. 1983, 262 с.

Морская навигационная техника развивается высокими темпами и занимает значительное место в составе оборудования судов различных классов. Особое внимание уделяется повышению основных характеристик навигационных средств: точности, всепогодности, степени автоматизации, надежности, срока службы. Важное значение имеет повышение степени универсальности навигационных средств, т.е. возможности их использования как на надводных, так и подводных объектах. В центре внимания разработчиков находятся также вопросы снижения стоимости проектирования и эксплуатации судовых навигационных средств. В последние годы для навигации в океане, наряду с астрономическими, радионавигационными, инерциальными и спутниковыми системами, все шире начинают использоваться новые навигационные средства, основанные на принципах гидроакустики. К их числу относятся: гидроакустические лаги, обеспечивающие измерение скорости судна относительно дна («абсолютной» скорости); системы точного определения места объектов в океане, основанные на использовании гидроакустических маяков; батиметрические системы, позволяющие определять местоположение объекта по характерным особенностям рельефа океанского дна и др.

20.06-01.23К Статистические методы в гидролокации (Модели, алгоритмы, решения). Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. *Ольшевский В.В.* Л.: Судостроение. 1983, 280 с.

Рассматривается методология количественных экспериментальных исследований в гидролокации, изучаются характеристики излучаемых сигналов, вероятностные модели эхосигналов, океанской реверберации и подводных акустических шумов, решаются вероятностные обратные задачи гидролокации, развиваются теория статистических измерений и теория обнаружения эхосигналов при наличии помех. Приводятся примеры использования статистических методов при решении задач современной теории гидролокации, а также примеры, которые могут заинтересовать как теоретиков, проводящих исследования в области акустики океана, так и инженеров, разрабатывающих системы гидролокации.

20.06-01.24К Гидролокаторы ближнего действия. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. *Яковлев А.Н., Каблов Г.П.* Л.: Судостроение. 1983, 200 с.

Изложены сведения о гидролокаторах ближнего действия, приведены параметры сигналов и гидроакустические характеристики мелководной среды и объектов. Описаны принципы построения основных устройств и приведены практические разработки, в которых воплощен многолетний опыт авторов.

20.06-01.25К Акустические подводные низкочастотные излучатели. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. *Римский-Корсаков А.В., Ямщиков В.С., Жулин В.И., Рехтма В.И.* Л.: Судостроение. 1984, 184 с.

В книге представлены основные типы подводных низкочастотных акустических излучателей для океанологических исследований и промышленного использования. Дана классификация основных видов низкочастотных излучателей, рассмотрены принципы их действия, основные технические характеристики, конструктивные особенности, а также вопросы энергоснабжения и схемы управления излучателями. Указаны области практического использования низкочастотных аку-

стических излучателей в океанологических исследованиях и промышленной технологии для интенсификации жидкофазных процессов.

20.06-01.26К Акустические шумы и помехи на судах. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. *Болгов В.М., Плахов Д.Д., Яковлев В.Е.* Л.: Судостроение. 1984, 192 с.

Устойчивый прием судовыми гидроакустическими рыбопоисковыми и навигационными приборами эхосигналов возможен только тогда, когда обеспечено необходимое превышение полезных сигналов над уровнем помех от шумов судна и моря. Современные суда оснащаются все большим количеством поисковых и навигационных приборов различных типов. Близость источников судовых шумов к антеннам гидроакустических приборов, обладающих высокой чувствительностью, делает необходимым осуществление ряда мероприятий по снижению помех от этих шумов. В книге рассмотрены основные источники шумов, создающих помехи на судах, их физическая природа формирования, даны методы расчета и практические рекомендации по их снижению. Большое внимание уделено вопросам проектирования и установки средств снижения шумов на судах с гидроакустическими приборами.

20.06-01.27К Справочник по гидроакустике. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. *Смарышев М.Д., Добровольский Ю.Ю.* Л.: Судостроение. 1984, 304 с.

Приведены справочные сведения, необходимые при расчете и проектировании антенн различных типов, а также при исследовании их направленных свойств. Рассмотрен широкий класс непрерывных и дискретных антенн различной конфигурации: линейных, плоских и цилиндрических. Представлены методы определения таких основных параметров антенн, как характеристика направленности, коэффициент концентрации и помехоустойчивость. Особое внимание уделено определению параметров излучающих антенн при работе на частотах вблизи частоты резонанса механической системы их преобразователей. Приведено большое количество расчетных формул, в том числе приближенных, а также графиков, иллюстрирующих зависимость параметров антенн от различных факторов.

20.06-01.28К Пьезокерамические преобразователи. Методы измерения и расчет параметров. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. *Пугачев С.И.* (ред.) Л.: Судостроение. 1984, 256 с.

Изложены сведения о методах и средствах измерения констант пьезокерамики и параметров пьезорезонатора. Приведены методы расчета пьезокерамических преобразователей типа стержней, пластин, цилиндров, а также преобразователей произвольных размеров. Рассмотрены методы и устройства визуализации ультразвуковых и тепловых полей преобразователей.

20.06-01.29К Гидроакустическое телеуправление. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. *Тарасюк Ю.Ф.* Л.: Судостроение. 1985, 200 с.

В книге впервые освещается современное состояние и перспективы развития новых методов и средств дистанционного управления объектами в океане, решающих задачи обеспечения мореплавания, разведки и добычи полезных ископаемых, рыболовства, гидрофизических исследований.

20.06-01.30К Статистические измерения в судовой акустике. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. *Новиков А.К.* Л.: Судостроение. 1985, 272 с.

Представлены вероятностные методы исследований акустических процессов и полей на основе моделей стационарных и нестационарных, гауссовских и негауссовских процессов, изотропных и анизотропных однородных полей с целью выявления источников излучения, определения их вкладов, выявления путей распространения колебаний, разделения процессов и полей различной физической природы. Даны принципы построения, схемы, погрешности измерений и основные характеристики приборов для измерений статистических характеристик процессов и полей.

20.06-01.31К Экранирование гидроакустических антенн. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика.

Глазанов В.Е. Л.: Судостроение. 1986, 148 с.

Развита теория и проведен анализ акустических свойств однослойных и многослойных систем в воде, а также радиально возбуждаемых упругих цилиндров. Разработаны методы расчета акустических и упругих параметров применяемых в звукоотражающих и поглощающих экранах податливых сред с полостями. Рассмотрены характеристики антенн и преобразователей, зависящие от свойств экранов и методов экранирования.

20.06-01.32К Конструирование гидроакустической рыбопоисковой аппаратуры. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. *Кобяков Ю.С., Кудрявцев Н.Н., Тимошенко В.И.* Л.: Судостроение. 1986, 272 с.

Рассмотрены основные вопросы теории, инженерного расчета, проектирования и конструирования гидроакустической аппаратуры применительно к задачам рыбного промысла. Значительное внимание уделено выбору, обоснованию и расчету тактических и технических параметров, а также особенностям создания основных конструктивных элементов аппаратуры (трактов излучения, приема и обработки гидроакустических сигналов, индикаторных устройств, систем стабилизации и т.п.). Отмечены тенденции развития аппаратуры с учетом микроминиатюризации, применения микропроцессоров, параметрических антенн и др.

20.06-01.33К Электронный ключ к океану. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. *Простаков А.Л.* Л.: Судостроение. 1986, 184 с.

Обобщен обширный материал, опубликованный за последние годы в отечественной и зарубежной печати о современном состоянии и направленности развития гидроакустической техники, широко применяемой в ходе изучения, охраны и освоения Мирового океана. Книга знакомит читателей с принципами действия и устройства, характеристиками и параметрами важнейших разновидностей гидроакустических средств народнохозяйственного назначения. При подготовке 2-го издания материал книги существенно переработан и дополнен, учтены изменения в развитии техники за последние годы, освещены новые направления ее развития.

20.06-01.34К Электропитание гидроакустической аппаратуры. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. *Русин Ю.С.* Л.: Судостроение. 1986, 104 с.

В книге излагаются принципы оптимального проектирования систем вторичного электропитания (СВЭП) радиоэлектронной и цифровой аппаратуры, устанавливаемой на судах. Даются рекомендации по рациональному построению СВЭП, приводятся инженерные методики расчета их основных параметров. Рассматриваются вопросы помехоустойчивости СВЭП и электромагнитной совместимости.

20.06-01.35К Основы гидроакустики. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. *Клещев А.А., Ключкин А.А.* Л.: Судостроение. 1987, 224 с.

В учебнике рассмотрены акустические характеристики морской среды, пьезоэлектрические и магнитоэлектрические преобразователи, приемники колебательной скорости. Даны сведения о направленности сплошных и дискретных акустических антенн. Изложены основные положения теории дифракции и рассеяния звука телами, находящимися в жидкой среде. Подробно изучены методы и средства обнаружения и выделения сигналов на фоне помех.

20.06-01.36К Специализированные гидроакустические системы. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. *Голубков А.Г.* Л.: Судостроение. 1987, 136 с.

Книга рассматривает получение и использование априорных данных для оптимизации и определения предельных параметров специализированных ГАС, как в целом так и для отдельных элементов приемноизлучающего тракта, систем обработки. Оптимизация и определение предельных параметров производятся на основании системного подхода методами вариационного исчисления и оценки информационных параметров сигналов.

20.06-01.37К Электронное управление характеристиками направленности антенн. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. *Самойлов Л.К.* Л.: Судостроение. 1987, 280 с.

В книге дан обзор задач гидроакустики, решаемых с помощью электронного управления характеристиками направленности. Системы управления анализируются с точки зрения четырех форм представления информации и трех способов построения пространственного фильтра: временного, фазового и частотного. Отдельно рассмотрены случаи формирования характеристик в режиме приема и излучения. Основное внимание уделено цифровым методам построения систем управления.

20.06-01.38К Гидроакустическая аппаратура рыбопромыслового флота. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Орлов Л.В., Шабров А.А. Л.: Судостроение. 1987, 224 с.

Описывается организация разработки изделий. Рассматриваются задачи инженерного расчета антенн поисковых станций эхолотов и доплеровских лагов. Приводятся сведения по направленности антенн и гидрофонов с импедансными экранами конечных размеров уточненные выражения и графики для расчета пьезоэлектрических преобразователей. Описываются способы определения показателей надежности, унификации эргономики. Излагаются методы измерения параметров антенн и испытания станций в натуральных условиях. Даются примеры расчета основных характеристик станции, антенн и преобразователей.

20.06-01.39К Справочник по гидроакустике. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Евтютов А.П. Л.: Судостроение. 1988, 552 с. ISBN 5-7355-0055-4

Справочник содержит систематизированные сведения по гидроакустике. Приведены материалы по акустическим характеристикам океана, гидроакустической технике, дальности действия гидроакустических средств и др. По сравнению с первым изданием (1982 г.) справочник дополнен сведениями по гидроакустическим преобразователям, акустической модели океана и др.

20.06-01.40К Нестационарные задачи гидроакустики. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Петровский В.С. Л.: Судостроение. 1988, 264 с.

В книге изложены типичные задачи, с которыми приходится сталкиваться инженеру-гидроакустику в своей практической деятельности. Характерной чертой этих задач является их временная нестационарность, или пространственная неоднородность. В числе обсуждаемых вопросов модуляционные процессы в свободном пространстве и волноводе, а также ряд других нестационарных гидроакустических явлений.

20.06-01.41К Инженерные расчеты в гидроакустике. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Евтютов А.П., Митько В.В. Л.: Судостроение. 1988, 288 с. ISBN 5-7355-0017-1

Изложены основные прикладные вопросы судовой гидроакустики. Прослежено формирование и излучение сигналов в водную среду. Рассмотрены устройства приема и передачи информации. По сравнению с первым изданием ("Примеры инженерных расчетов в гидроакустике 1981 г.) расширена номенклатура рассматриваемых антенн и приемных устройств.

20.06-01.42К Анализ гидроакустических систем. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Бурдик В.С. Л.: Судостроение. 1988, 392 с. ISBN 5-7355-0043-0

Прослежен путь развития гидроакустических систем. Рассмотрены вопросы излучения, рефракции, отражения и приема акустических колебаний в неоднородных средах. Приведены данные об акустических преобразователях и антеннах. Особое внимание уделено применению аналоговых и дискретных методов Фурье для описания и обработки случайных процессов и пространственной фильтрации.

20.06-01.43К Системы пространственно-временной обработки гидроакустической информации. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Гусев В.Г. Л.: Судостроение. 1988, 264 с. ISBN 5-7355-0016-3

Изложены физические основы, теоретические положения и способы инженерного расчета и проектирования систем пространственно-временной обработки (СПВО) гидроакустической информации. Даны необходимые математические соотношения и формулы, позволяющие оценить помехоустойчивость адаптивных цифровых СПВО.

20.06-01.44К Анализ информации оператором-гидроакустиком. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Деев В.В., Забродин Ю.М., Пазомов А.П. Л.: Судостроение. 1989, 192 с.

В книге рассмотрены различные аспекты анализа гидроакустической информации и распознавания морских объектов. Приведены психологические характеристики оператора и особенности его работы с исходной информацией. Изложены вопросы обработки и анализа гидроакустической информации с помощью цифровых ЭВМ и методология автоматизации процессов распознавания. Уделено внимание тренажерной подготовке операторов гидроакустиков.

20.06-01.45К Излучение и рассеяние звука. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Шейдеров Е.Л. Л.: Судостроение. 1989, 304 с.

Изложены основные вопросы, связанные с излучением и рассеянием звуковых волн в гидроакустике. Рассмотрены методы расчета звуковых полей для гидроакустических излучателей сложной формы и методы определения характеристик звуковых полей, рассеянных препятствиями.

20.06-01.46К Параметрические антенны в гидролокации. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Новиков В.К., Тимошенко В.И. Л.: Судостроение. 1990, 256 с.

Книга является продолжением работы "Нелинейная гидроакустика" (1981). Обобщены научные достижения, вопросы конструирования и применения параметрических антенн и гидроакустических параметрических приборов. Изложены сведения по расчету характеристик параметрических антенн в неограниченной среде, слоистых средах и при наличии границ раздела. Рассмотрены режимы излучения сложных модулированных сигналов, а также режим самодетектирования импульсов накачки.

Персоналии

20.06-01.47 Завод «Прибой» и гидроакустика ТРТУ. Тимошенко В.И., Тарасов С.П. Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы юбилейной научно-технической конференции «Проблемы прикладной гидроакустики». №2(46). Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2005, с. 3-6. Рус.

Заводу «Прибой» 65 лет. Но именно в год создания Таганрогского радиотехнического института (ТРТИ), ныне университета (ТРТУ), в 1952 г. приборостроительному заводу «Прибой» был уточнен профиль — выпуск гидролокационных станций и комплексов для Военно-морского флота страны, а с 1957 г. добавилась задача разработки и выпуска отечественной рыбопоисковой гидроакустической аппаратуры для промыслового флота.

20.06-01.48 К 80-летию Я. С. Яцкива. To the 80-th Anniversary of Ya. S. Yatskiv. Радиофизика и радиоастрономия. 2020. 25, № 4, с. 331-332. Англ.

Выдающемуся украинскому ученому, организатору науки и общественному деятелю, академику НАН Украины Ярославу Степановичу Яцкиву исполнилось 80 лет. Родился Я.С. Яцкив 25 октября 1940 в с. Данильча Рогатинского района Ивано-Франковской области в крестьянской семье. В 1960 г. (В 20-летнем возрасте!) Закончил Львовский политехнический институт по специальности "астрономо-геодезия". Как астроном-наблюдатель работал в Полтавской гравиметрической обсерватории АН УССР. В 1965 г. Закончил аспирантуру Главной астрономической обсерватории АН УССР и защитил кандидат-

скую диссертацию. В 1965-1974 гг. — младший научный сотрудник, ученый секретарь, заместитель директора по научной работе ГАО АН УССР. С 1975 г. и до сих пор — директор этой обсерватории. В 1976 г. Защитил докторскую диссертацию по специальности "Астрометрия и небесная механика". С 1979 г. — член-корреспондент АН УССР Отделение физики и астрономии, с 1985 г. — академик АН УССР по специальности астрономия. Научные достижения академика Я. С. Яцкива хорошо известны. Он автор и соавтор более 200 научных работ, нескольких книг. Научная тематика этих работ посвящена особенностям вращения Земли, фундаментальной астрометрии, космической геодинамике и космической планетодинамике. Ярослав Степанович был инициатором введения в практику лазерной локации искусственных спутников Земли, радиоинтерферометрии со сверхдлинной базой, радиотехнических наблюдений навигационных спутников и создание в Украине постоянной сети станции ГНСС. В 1980-е гг. Я.С. Яцкив был ответственным за организацию наземного астрономического обеспечения международного проекта "Вега" (исследование Венеры и кометы Галлея), за что получил Государственную премию СССР в области науки и техники. Свою первую Государственную премию УССР получил еще в 1983, а в 2003 г. — Государственную премию Украины. В том же году удостоен премии Рене Декарта ЕС. Кроме этих премий, Я.С. Яцкив получил еще с десяток других престижных премий. За долгую трудовую жизнь Ярослав Степанович получил большое количество наград и отличий. Вот несколько из них: орден "Знак почета" (1982), медаль "Ветеран труда" (1987), орден "За заслуги" III ст. (1987), орден "За заслуги" II ст. (2000), орден Дружбы (РФ, 2001), орден "За заслуги" I в. (2012), орден князя Ярослава Мудрого V в. (2016). Я.С. Яцкив ведет активную научно-организационную деятельность. Он инициатор создания в 1991 году. И бессменный президент Украинской астрономической ассоциации, инициатор создания в 1992г. Национального космического агентства Украины (теперь ГКАУ), соавтор первой Национальной космической программы Украины (1993). Основал в 1994 году. Журнал "Космическая наука и технология". С 1998 г. Активно работает как член Президиума НАНУ. С 2001 г. Выполняет обязанности заместителя Председателя Совета по космическим исследованиям. В 2004-2009 гг. Он был вице-президентом Европейского астрономического союза. Руководил подготовкой и выполнением Целевой комплексной программы НАН Украины по научным космическим исследованиям на 2012—2016 гг. Ярослав Степанович выполнял также обязанности Председателя Украинского международного комитета по вопросам науки и культуры при НАНУ (с 1996 г.), Председателя научно-издательского совета НАНУ (с 2002 г.), Председателя Государственной комиссии единого времени и эталонных частот (1996—2010), Президента международной ассоциации украинистов (2005—2008) и является членом Комитета научной терминологии при Президиуме НАНУ (с 2017 г.). Очень велик список почетных званий академика. Вот некоторые из них: почетный член Международной ассоциации геодезии (1991), Астроном 1-й категории Парижской обсерватории (1992), Заслуженный деятель науки и техники Украины (1998), Почетный доктор Национального университета "Львовская политехника" (2005), Почетный доктор Прикарпатского национального университета имени В. Стефаника (2006), Почетный профессор национального педагогического университета имени М.П. Драгоманова (2010), Почетный доктор Харьковского национального университета имени В.Н. Каразина (2011), Почетный доктор Киевского национального университета имени Тараса Шевченко (2015), Почетный доктор Одесского национального университета имени И.И. Мечникова (2015), Почетный профессор национального университета "Киево-Могилянская академия" (2016). Как Председатель научно-издательского совета НАН Украины академик Я. С. Яцкив отвечает за решение задач издательской деятельности, развитие полиграфической базы НАН Украины, осуществляет общее руководство издательством "Наукова думка" НАН Украины и Издательским домом "Академперіодика" НАН Украины. Он является главным редактором журналов "Кинематика и физика небесных тел" "Мировоззрение" "Космическая наука и технология заместителем главного редактора журнала "Наука и инновации членом редколлегии журналов "Радиофизика и радиоастрономия" "Наука и науковедение" "Мир физи-

ки "Artificial Satellites "Память веков" и др. Ученый Я.С. Яцкив имеет активную гражданскую позицию. Он стремится объединить демократические силы независимой Украины, участвует в работе Конгресса украинской интеллигенции. Усилия академика направленные на внедрение демократических принципов управления украинской наукой. Очень популярны многочисленные выступления Ярослава Степановича в средствах массовой информации по проблемам науки, астрономической образования и общественной жизни. Где-то далеко в космосе пролетает малая планета 2728, которая носит имя великого украинского астронома — "Яцкив".

20.06-01.49 Выдающийся учёный в области аэромеханики и космических технологий. К 100-летию академика Всеволода Сергеевича Авдеевского (28.07.1920—14.04.2003). *Космонавтика и ракетостроение.* 2020, № 4, с. 136-139. Рус.

20.06-01.50 Об одной неизвестной рецензии С. И. Вавилова на работу Д. Д. Иваненко. *Ваганов А.Г. Вопросы истории естествознания и техники.* 2020. 41, № 2, с. 346-357. Рус.

Вводится в научный оборот ранее неизвестный отзыв академика С.И. Вавилова на работу физика-теоретика Д.Д. Иваненко «Основы теории элементарных частиц», обнаруженный автором на одном из букинистических аукционов Москвы. Этот небольшой рукописный текст проливает дополнительный свет на картину «борьбы против идеализма в физике», которая была развернута в СССР в конце 1940-х гг., в частности, на внутреннее противостояние между Вавиловым и Иваненко в области идеологической и философской оценки теории относительности и квантовой механики. До сих пор оно оставалось практически не исследованным, однако, как выясняется, было весьма драматичным, эмоциональным и полным подтекстов. Рассмотрение отзыва Вавилова в контексте социально-политической ситуации в СССР позволило также сделать несколько предположений. В частности, можно с высокой степенью вероятности утверждать, что статья Иваненко, подготовленная им для сборника по философии естествознания, — это один из элементов «теоретического», «философского» обоснования готовившейся политическими властями СССР кампании против «реакционной роли идеализма в физике». И хотя она не была опубликована в исходном виде, но стала основой для нескольких других публикаций этого автора.

20.06-01.51 Слагаемые успеха советского атомного проекта. *Артёмов Е.Т. Вестник Российской академии наук (РАН).* 2020. 90, № 9, с. 870-881. Рус.

28 сентября 2017 г. исполнилось 75 лет со дня выхода постановления Государственного комитета обороны «Об организации работ по урану», положившего начало Атомному проекту — одному из самых амбициозных в истории СССР. Статья посвящена реконструкции факторов, обеспечивших его успешную реализацию. Завершение проекта относят к концу 1950-х годов, однако основное внимание автор уделяет периоду с 1945 по 1953 г. С одной стороны, именно тогда были созданы научнотехнические, материальные и организационные предпосылки для производства ядерного оружия, а с другой — это время можно назвать «золотым веком командной экономики», когда её возможности проявились во всей полноте. Обращение к нему позволяет лучше понять, за счёт чего командная экономика в её классическом, сталинском варианте добивалась успеха и какие ограничения она имела.

20.06-01.52 Памяти Дмитрия Александровича Варшаловича (14.08.1934—21.04.2020). *Письма в Астрон. ж.* 2020. 46, № 8, с. 607-608. Рус.

20.06-01.53 Памяти Михаила Николаевича Павлинского (08.12.1959—01.07.2020). *Арефьев В.А., Бабьшикин В.Е., Бикмаев И.Ф., Бунтов М.В., Буренин Р.А., Быков А.М., Вихлинин А.В., Гильфанов М.Р., Глушенко А.Г., Гребенев С.А., Григорович С.В., Зелёный Л.М., Кораблев О.И., Кривонос Р.А., Лапшов И.Ю., Левин В.В., Ломакин И.В., Лупян Е.А., Лутовинов А.А., Любарский Ю.Э., Маркевич М.Л., Мереминский И.А., Мольков С.В., Назаров В.Н., Назиров Р.Р., Новиков В.С., Петрукович А.А., Пост-*

нов К.А., Предель П., Сазонов С.Ю., Сахибуллин Н.А., Семена А.Н., Семена Н.П., Старобинский А.А., Сюняев Р.А., Ткаченко А.Ю., Черепанчук А.М., Чулков И.В., Чуразов Е.М., Шустов Б.М., Эйсмонт Н.А. *Письма в Астрон. ж.* 2020. 46, № 9, с. 684-686. Рус.

20.06-01.54 Юлию Викторовичу Ланге — 95 лет. *Территория NDT. Международный журнал по неразрушающему контролю.* 2020, № 2, с. 1. Рус.

17 мая 2020 г. исполнилось 95 лет известному ученому в области акустических методов неразрушающего контроля, доктору технических наук, почетному члену Международной академии неразрушающего контроля и Академии электротехнических наук РФ, члену Научного совета по автоматизированным системам диагностики и испытаний РАН, участнику Великой Отечественной войны Юлию Викторовичу Ланге. В 18-летнем возрасте в 1943 г. его призвали в действующую армию, сначала на 3-й Украинский фронт, после тяжелого ранения и излечения он оказался в частях, дислоцированных в Иране, где и закончил службу в 1946 г. В 1952 г. Юлий Викторович с отличием окончил Всесоюзный заочный политехнический институт — ВЗПИ (г. Москва). Трудовая деятельность Ю.В. Ланге началась в 1946 г. в Московском энергетическом институте, затем продолжилась во Всесоюзном институте авиационных материалов (ВИАМ). Тогда в авиации начали применять сотовые конструкции, и ответом на запросы промышленности о необходимости поиска решения в их контроле явился вывод о применении низкочастотных изгибных колебаний. Ознакомившись с работами сотрудника Акустического института АН СССР д-ра физ.-мат. наук, проф. А.В. Римского-Корсакова в области исследования свойств музыкальных инструментов и измерения механических импедансов корпусов кораблей, Ю.В. Ланге предложил принципиально новый метод контроля по оценке реакции объекта контроля на преобразователь, возбуждающий в наружном слое изгибные волны звуковых частот, названный им импедансным. Реализацией метода стало устройство для контроля качества и однородности склейки изделий на основе определения механического импеданса контролируемого изделия. В исследованиях импедансного метода и разработке опытного образца дефектоскопа принимали участие З.И. Манаева, В.Д. Давыдов и др. В далеком 1960-м году Ю.В. Ланге передал образец прибора под названием «ИКС» (испытатель клеевых соединений) на завод «Электроточприбор», г. Кишинев. Специалистами завода была выпущена опытная партия импедансного акустического дефектоскопа ИАД-1 (В.Т. Бобров и др.) и разработана новая конструкция электронного блока дефектоскопа ИАД-2 (А.Д. Гольден, С.Л. Яковис). С участием специалистов завода (С.М. Шварцман и др.) был разработан более совершенный дефектоскоп ИАД-3. Всего примерно за 10 лет было выпущено около тысячи импедансных дефектоскопов. Как вспоминает Юлий Викторович, до 1973 г. импедансный метод применялся только в СССР, однако после показа в 1972 г. дефектоскопа ИАД-3 на выставке в Лондоне, в 1973 г. британская фирма Inspection Instruments объявила о разработке дефектоскопа AFD-2, представлявшего собой практически точную копию ИАД-3, но выполненную на полупроводниках. С тех пор импедансный метод используется за рубежом под названием Mechanical Impedance Analysis (MIA) Method. Наряду с импедансным в 1962 г. Ю.В. Ланге предложил велосиметрический метод НК, в основе которого лежит использование дисперсии скорости распространения антисимметричной волны Лэмба. Дефекты определяются по изменению фазы или времени распространения упругих волн. В исследовании велосиметрического метода принимали участие В.В. Мурашов, Н.В. Шишкина и др. Велосиметрический дефектоскоп УВФД-1, разработанный в 1965 г. совместно с ВНИИНК (канд. техн. наук С.А. Филимонов, В.В. Пахомов), в конце 1960-х гг. серийно выпускался заводом «Электроточприбор», г. Кишинев. Первые сведения о применении велосиметрического метода за рубежом появились лишь в 1970 г. (приборы Sondicator, Harmonic Bondtester и др.). Ю.В. Ланге теоретически и экспериментально исследовал динамическую гибкость сухого точечного контакта, которая определяет эксплуатационные возможности низко частотных методов контроля, усовершенствовал локальный метод свободных колебаний, разработал и исследовал несколько типов преобразователей низкочастот-

ных акустических дефектоскопов. Именно в ВИАМе, в котором он проработал более 20 лет, прошло формирование Юлия Викторовича как ведущего ученого в области неразрушающего контроля, основоположника принципиально нового импедансного метода контроля. Результаты исследований были доведены им до практической реализации: в течение многих лет кишиневское ПО «Волна» и МНПО «Спектр», г. Москва, серийно выпускали импедансные дефектоскопы, ими были оснащены все предприятия авиационной промышленности СССР. По результатам оригинальных исследований в 1970 г. в диссертационном совете Всесоюзного научно-исследовательского института авиационных материалов, г. Москва, Ю.В. Ланге успешно защитил диссертацию по специальности 05.206 на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Разработка и исследование акустических методов неразрушающего контроля многослойных конструкций». В 1972 г. Ю.В. Ланге был приглашен на работу в НИИ интроскопии, где продолжил исследования низкочастотных акустических методов контроля, опубликовал свою монографию «Акустические низкочастотные методы и средства неразрушающего контроля многослойных конструкций». Результаты многолетних исследований были обобщены Юлием Викторовичем в 1984 г. в диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук на тему «Разработка теории и технических средств акустического контроля многослойных конструкций и изделий из пластиков», защищенной в диссертационном совете 05.11.13 НИИ интроскопии, г. Москва. Д-р техн. наук Ю.В. Ланге является активным автором, им создано свыше 200 научных работ и около 20 патентов. Ю.В. Ланге — участник многих международных и отечественных симпозиумов и конференций. Его научные статьи и изобретения широко известны ученым и специалистам, список цитирования его работ составил более 1400 единиц, а индекс Хирша — 14. По данным РИНЦ, он входит в ТОП-100 самых цитируемых и ТОП-100 самых продуктивных российских ученых по направлению «ПРИБОРОСТРОЕНИЕ». Большое внимание Ю.В. Ланге уделял подготовке специалистов высшей квалификации, много лет он являлся членом диссертационного совета Д520.010.01 при НИИИИИ МНПО «Спектр», под его руководством подготовлены и защищены 5 кандидатских диссертаций. Как член редколлегий и автор научных публикаций Ю.В. Ланге принимал активное участие в работе редакционных советов научных журналов «Контроль. Диагностика», «Дефектоскопия», «В мире неразрушающего контроля», в течение ряда лет был региональным редактором по Восточной Европе международного журнала *Nondestructive Testing and Evaluation*. Совместно с И.Н. Ермоловым Юлием Викторовичем подготовлен уникальный 3-й том справочника «Неразрушающий контроль» — книга «Ультразвуковой контроль», переведенная на английский язык. Значителен вклад Юлия Викторовича в развитие методологии неразрушающего контроля — он один из авторов ряда государственных стандартов СССР. Ратные подвиги и научно-производственная деятельность Ю.В. Ланге отмечены высокими правительственными наградами — орденом Отечественной войны, медалью «За победу над Германией», двумя орденами Трудового Красного Знамени, медалями «За доблестный труд», «Ветеран труда».

20.06-01.55 Роману Григорьевичу Маеву — 75 лет. *Территория NDT. Международный журнал по неразрушающему контролю.* 2020, № 2, с. 8. Рус.

Роман Григорьевич Маев родился 23 мая 1945 г. в Москве. В 1969 г. он закончил Московский инженерно-физический институт (МИФИ) с красным дипломом по специальности теоретическая ядерная физика. В 1973 г. Р.Г. Маев защитил диссертацию в области теории фотопроводимости полупроводников в ФИАН им. П.Н. Лебедева АН СССР, и в 1978 г. уже в качестве кандидата физико-математических наук был назначен заведующим лабораторией биофизической интроскопии в Институте химической физики АН СССР. В 1984 г. Роман Григорьевич участвовал в создании в Московском физико-техническом институте (МФТИ) нового факультета биологической и медицинской физики, в рамках которого он организовал кафедру медицинской биофизики. В 1987 г. Роман Григорьевич основал и возглавил Центр акустической микроскопии Академии наук СССР. В 1994 г. Р.Г. Маев в рамках межправительственной программы научно-технического обмена был командирован в Кана-

ду, где позднее основал и возглавил научно-исследовательский Институт диагностической визуализации (Университет г. Виндзор, Онтарио, Канада). В 2002 г. Р.Г. Маев защитил докторскую диссертацию в Научном центре уникального приборостроения РАН по теме «Методы акустической микроскопии исследования микроструктуры, физико-химических свойств материалов» и в том же году ВАК РФ присвоил ему ученую степень доктора физико-математических наук, а в 2005 г. — звание профессора-физика. В 2003 г. Р.Г. Маев основал компанию Tessonics Group (Бирмингем, США), которую он возглавляет по настоящее время. Выпустив на основе собственных результатов академических научных разработок свой первый коммерческий ультразвуковой анализатор качества точечной сварки (RSWA) в 2005 г., компания за три года стала мировым лидером на этом рынке. Сегодня филиалы Tessonics Group работают в 12 странах. Роман Григорьевич Маев является лауреатом многочисленных национальных и международных премий за инновации, научные открытия и изобретения. Им опубликовано шесть монографий, он является редактором и соавтором 3 монографий, автором более 590 публикаций, автором 32 международных патентов. Под руководством Романа Григорьевича получили образование более 270 студентов и аспирантов, многие из которых занимают руководящие посты в академических и промышленных организациях в самых разных странах по всему миру. За годы научной деятельности доктор Маев был адъюнкт-профессором многих известных университетов, включая такие, как Оксфорд (Британия), Джон Хопкинс (США), Монреаль (Канада), Киото (Япония) и др. Он является членом редакционных советов ряда журналов, в том числе Research in Nondestructive Evaluation (ASNT) (США), Insight (BINDT) (Великобритания), Metal Forming (Польша). Помимо этого по приглашению ряда престижных международных журналов Р.Г. Маев, в качестве Honorary Guest Editor (приглашенного редактора) вовлечен в подготовку специальных тематических выпусков. Научные интересы доктора Маева охватывают широкий круг дисциплин: теоретические основы физики твердого тела и физической акустики, экспериментальные исследования в области ультразвуковой и нелинейной акустики, цифровой визуализации высокого разрешения, наноструктурные свойства современных материалов и биоматериалов, аддитивные технологии, теория распространения волн в слоистых структурах, контрольно-измерительные приборы в медицинской диагностике, а также создание новых эффективных методов анализа предметов искусства и культурного наследия. Р.Г. Маев избран Fellow of IEEE (США), и IEEE Distinguished Lecturer, а также Fellow of BINDT (Великобритания), Fellow of CINDE (Канада). С 2005 г. Р.Г. Маев возглавляет программные комитеты целого ряда престижных международных научных форумов, конференций и симпозиумов. С 2008 г. по настоящее время Р.Г. Маев является почетным консулом Российской Федерации в Канаде (Виндзор, Онтарио). За заслуги в развитии международных связей Р.Г. Маев в 2017 г. награжден Государственным орденом Дружбы, имеет также медали и почетные ведомственные награды (МИД РФ). В 2019 г. Роман Григорьевич Маев избран иностранным членом Российской академии наук по отделению нанотехнологий и информационных технологий РАН. С 2019 г. Р.Г. Маев является вице-президентом РОНКТД, курируя вопросы координации развития международных научных проектов Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностики (РОНКТД).

20.06-01.56 Юрию Васильевичу Гуляеву — 85 лет!
Территория NDT. Международной журналу по неразрушающему контролю. 2020, № 4, с. 12-14. Рус.

Юрий Васильевич Гуляев родился 18 сентября 1935 г. в поселке Томилино Люберецкого района Московской области, в 1958 г. окончил с отличием Московский физико-технический институт (МФТИ) по специальности «Радиофизика». После окончания МФТИ работал в Институте радиотехники и электроники Академии наук СССР (ныне Институт радиотехники и электроники (ИРЭ) им. В.А. Котельникова РАН) в должности младшего научного сотрудника, старшего научного сотрудника, заведующего лабораторией, заведующего отделом, заместителя директора (1972—1988 гг.), директора института (1988—2014 гг.). В настоящее время является научным руководителем ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, возглавляет в этом институ-

те Научно-исследовательский центр электронных диагностических систем «ЭЛДИС». В 1962 г. Ю.В. Гуляев защитил кандидатскую диссертацию, в 1970 г. — докторскую, в 1979 г. был избран членом-корреспондентом, в 1984 г. — академиком АН СССР (ныне Российская академия наук). С 1992 г. по настоящее время — член Президиума Российской академии наук. Ю.В. Гуляев — зам. академика-секретаря Отделения нанотехнологий и информационных технологий (ОНИТ) РАН, председатель секции вычислительных, локационных, телекоммуникационных систем и элементной базы ОНИТ РАН. С 1972 г. — профессор, зав. кафедрой твердотельной электроники, радиофизики и прикладных информационных технологий МФТИ. Еще будучи студентом 3-го курса МФТИ, Ю.В. Гуляев сдал пять первых экзаменов теоретического минимума Л.Д. Ландау, что определило его дальнейшую научную деятельность как физика-теоретика в области физики твердого тела. Первые научные работы Ю.В. Гуляева под руководством профессора В.Л. Бонч-Бруевича были посвящены изучению механизмов электропроводности примесных полупроводников и вопросов рекомбинации носителей заряда в полупроводниках, определяющих работу полупроводниковых приборов на высоких частотах, а также вопросов неустойчивости электрического тока в полупроводниках. В 1962—1963 гг. Ю.В. Гуляев стажировался в Англии, в Манчестерском университете, у профессора Б. Флауэрса. Изучая электропроводность сильно легированных, фактически неупорядоченных полупроводников с использованием техники континуальных интегралов Фейнмана, Ю.В. Гуляев совместно с С.Ф. Эдвардсом разработал метод скорейшего спуска («перевала») для континуальных интегралов, который сегодня используется в теоретической физике и математике. Дальнейшие исследования Ю.В. Гуляева связаны с вопросами акустоэлектроники и акустооптики. Им вместе с В.И. Пустовойтом была выдвинута идея использования поверхностных акустических волн (ПАВ) в электронике. В 1968 г. Ю.В. Гуляевым независимо и одновременно с американским физиком Дж. Блюстейном был предсказан и изучен новый фундаментальный тип ПАВ, известный в мировой литературе под названием волн Блюстейна—Гуляева. Ю.В. Гуляев совместно с А.М. Кмитой и А.С. Багдасаряном предложил новый тип преобразователя для возбуждения и приема ПАВ, основанный на «емкостном взвешивании электродов». Совместно с В.П. Плесским детально исследовал распространение ПАВ в периодических структурах на поверхности твердого тела и предложил новый тип ПАВ в этих структурах. Эти и другие работы Юрия Васильевича в области акустоэлектроники привели к возникновению нового направления в технике обработки информации, связи, радиолокации. Сегодня в мире выпуск акустоэлектронных изделий, являющихся важными компонентами телевизоров и радиоприемников, систем радиолокации и связи, а в последние годы сотовых телефонов, составляет миллиарды штук в год. Пионерские работы Ю.В. Гуляева в области акустоэлектроники внесли существенный вклад в создание современных сотовых телефонов. Ю.В. Гуляев оказал значительное влияние на развитие акустооптики и ее практических применений. Им совместно с его учениками Г.Н. Шкердиным и В.В. Прокловым предсказан и обнаружен ряд новых акустооптических эффектов: дифракция света на электронных волнах, сопровождающих звук в полупроводниках, дифракция света на звуке в активной среде, в частности эффект акустической распределенной обратной связи в лазерах; изучены резонансные и нелинейные акустооптические явления в твердых телах. Ю.В. Гуляев вместе с академиками В.А. Котельниковым, А.М. Прохоровым, Ж.И. Алферовым, Г.Г. Девятым, профессором В.П. Гапонцевым и рядом других ученых и инженеров был одним из организаторов работ по исследованию и практическому применению волоконно-оптических систем в связи и в других областях науки и техники в нашей стране. Ю.В. Гуляев совместно со своими учениками А.С. Бугаевым, И.И. Чусовым, А.Г. Козорезовым, Н.И. Ползиковой и В.П. Плесским выполнил цикл работ по теории полупроводников, в частности по теории сильнолегированных компенсированных полупроводников, полупроводников в сильных электрических и магнитных (квантовых) полях и акустоэлектронных явлений в них, по теории токовой неустойчивости и усиления акустических волн в полупроводниках. Лично Ю.В. Гуляевым была развита теория электронного поглощения

и усиления акустических волн большой амплитуды в полупроводниках и возникающих при этом нелинейных явлений за счет «электронной» нелинейности. В 1965 г. Ю.В. Гуляевым было предсказано существование так называемых «вторых спиновых волн» в ферромагнетиках (аналог 2-го звука в жидком гелии, предсказанного Л.Д. Ландау) и построена их гидродинамическая теория. Ю.В. Гуляевым совместно с П.Е. Зильберманом, Э.М. Эпштейном, В.Г. Шавровым и их сотрудниками разработан кинетическая теории взаимодействия спиновых волн с электронами в слоистых структурах феррит-полупроводник и феррит-сверхпроводник, изучены резонансные явления в тонких ферромагнитных пленках и в периодических структурах на поверхности ферромагнетика. Ими был выдвинут и детально развит ряд идей о возможности использования найденных физических эффектов для аналоговой обработки сигналов в диапазоне СВЧ, по существу создано новое направление в физике и технике твердого тела — спинволновая электроника. Ю.В. Гуляевым совместно с его учеником С.А. Никитовым были проведены фундаментальные исследования нелинейных явлений при взаимодействии спиновых волн с электронами в ферромагнетиках. Также Ю.В. Гуляевым был предложен новый класс магнитных материалов — «магнонные кристаллы» (по аналогии с фотонными кристаллами), и совместно с С.А. Никитовым были проведены исследования по применению магнонных кристаллов в задачах обработки СВЧ-сигналов. Ю.В. Гуляевым и Н.И. Синициным с сотрудниками изучены функциональные возможности вакуумных интегральных схем, основанных на распределенном взаимодействии СВЧ-полей и электронных потоков, предложен ряд микрорелектронных вакуумных СВЧ-приборов с распределенным взаимодействием на основе матриц полевых эмиттеров. Ими была выдвинута и экспериментально реализована идея использования фуллеренных углеродных нанотрубок в качестве полевых эмиттеров для приборов вакуумной микрорелектроники. Сегодня исследования на основе этой идеи интенсивно ведутся во многих лабораториях мира. Ю.В. Гуляевым предложен и совместно с Э.Э. Годиком, В.А. Черепениным, Ю.В. Масленниковым, В.В. Дементенко, М.И. Щербачевым, А.М. Сударевым, В.И. Пасечником и другими сотрудниками НЦ «ЭЛДИС» успешно развивается новый «радиофизический» подход к изучению функционирования организма человека, основанный на комплексном измерении физических полей и излучений человека в процессе его жизнедеятельности. На основе этих измерений вместе с коллективами ряда ведущих медицинских организаций разработаны и продолжают развиваться новые методы неинвазивной ранней медицинской диагностики. В частности, при его личном участии и под его руководством создан ряд уникальных приборов для целей медицинской диагностики: ИК-термограф, СВЧ-термограф, магнитокардиограф, устройство для определения момента засыпания оператора, деятельность которого связана с проведением работ повышенной опасности (широко применяется в РФ на железнодорожном транспорте), электроимпедансный компьютерный маммограф, который используется во многих клиниках России и за рубежом и др. Академик Ю.В. Гуляев внес значительный вклад в организацию отечественной науки. По его инициативе созданы отделения ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН в городах Саратове (в 1979 г.) и Ульяновске (в 1990 г.). Он являлся одним из создателей и организаторов Саратовского научного центра РАН и в течение 35 лет (1981—2016 гг.) был его бессменным руководителем. Созданный в ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН по его инициативе отдел технологии микрорелектроники в 2002 г. выделился в отдельный Институт сверхвысокочастотной полупроводниковой электроники РАН. Академик Ю.В. Гуляев совместно с академиком А.Н. Сауровым организовал новый институт Российской академии наук по одному из наиболее актуальных научных направлений — Институт нанотехнологий микрорелектроники РАН, в 2006—2009 гг. был его директором-организатором и сейчас активно работает в этом актуальном направлении науки и технологии. В 1989—1991 гг. Ю.В. Гуляев был избран народным депутатом СССР и являлся председателем подкомитета по информатике и связи Комитета по транспорту, информатике и связи Верховного Совета СССР. Под его руководством была разработана Программа развития телекоммуникаций в Советском Союзе, которая в основных чертах сегодня воплощается в России. Четыре принципа этой програм-

мы: цифровизация, внедрение волоконной оптической связи, использование спутников для связи и широкое применение мобильных сотовых телефонов — актуальны и сегодня. Академик Ю.В. Гуляев более 50 лет занимается активной педагогической деятельностью. Он возглавляет кафедру твердотельной электроники, радиофизики и прикладных информационных технологий МФТИ, является руководителем ведущей научной школы Российской Федерации. Им подготовлено более 80 кандидатов наук и более 20 докторов наук. Академиком Ю.В. Гуляевым опубликовано лично и в соавторстве более 700 научных работ, включая 11 монографий, и получено около 100 патентов и авторских свидетельств на изобретения. Академик Ю.В. Гуляев является главным редактором журналов «Радиотехника и электроника», «Радиотехника», «Биомедицинская радиоэлектроника», «Журнал радиоэлектроники», «Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика», членом редколлегий ряда журналов, включая «Успехи физических наук». Академик Ю.В. Гуляев обладает большим научным авторитетом в России и в мире. В течение 28 лет он бессменно избирается членом Президиума РАН, является председателем Научного совета РАН «Научные основы построения вычислительных, телекоммуникационных и локационных систем», Научного совета РАН по физической электронике, Научного совета РАН по комплексной проблеме «Радиофизические методы исследования морей и океанов». Академик Ю.В. Гуляев является президентом Международного (стран СНГ) и Российского союзов научных и инженерных общественных организаций, президентом Российского научно-технического общества радиотехники, электроники и связи им. А.С. Попова, президентом Академии инженерных наук им. А.М. Прохорова, президентом Российского национального комитета Международного научного радиосоюза (URSI), иностранным членом Польской академии наук и Молдавской академии наук, Китайской академии инженерных наук, членом Консультативного научного совета Фонда развития Центра разработки и коммерциализации новых технологий в Сколково. Вклад академика Ю.В. Гуляева в развитие науки и техники отмечен присуждением ему многих премий и наград, в том числе пяти Государственных премий СССР и РФ, и международных премий: Еввропейского физического общества и Премии Рэлея, а также медали ЮНЕСКО за выдающийся вклад в развитие нанонаук и нанотехнологий. Награжден орденами «Знак Почёта», Почёта, Трудового Красного Знамени, «За заслуги перед Отечеством» IV и III степеней. Сегодня академик Юрий Васильевич Гуляев принимает активное участие в работе Президиума РАН, Отделения нанотехнологий и информационных технологий (ОНИТ) РАН, продолжает научные исследования в ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН и в Институте нанотехнологий микрорелектроники РАН. Российская академия наук.

20.06-01.57 Владимиру Тимофеевичу Боброву — 85 лет! *Территория NDT. Международный журнал по неразрушающему контролю.* 2020, № 4, с. 16-17. Рус.

Владимир Тимофеевич Бобров родился в с. Нижний Кучук Благовещенского района Алтайского края 15 декабря 1935 г. В 1953 г. он окончил Благовещенскую среднюю школу, а в 1959 г. — Новосибирский электротехнический институт связи. После службы в армии В.Т. Бобров работал на заводе «Электроточприбор» (Кишинев). С 1961 по 1965 гг. он прошел путь от инженера Специального конструкторского бюро ультразвуковой дефектоскопии (СКБ УЗД) завода до директора созданной на базе СКБ Всесоюзного научно-исследовательского института по разработке неразрушающих методов и средств контроля качества материалов (ВНИИНК). Научная деятельность В.Т. Боброва связана с исследованием акустических методов и средств автоматизированного и механизированного контроля, а также с разработкой приборов с использованием различных акустических волн, пьезоэлектрических и электромагнитноакустических (ЭМА) преобразователей. В 1970 г. В.Т. Бобров в ЦНИИТМАШ защитил под руководством И.Н. Ермолова диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Исследование вопросов ультразвуковой дефектоскопии электросварных труб волнами Лэмба и разработка средств контроля режима сварки». Разработанные под руководством и при творческом участии В.Т. Боброва установки автоматизированного УЗ-контроля качества сварных швов в поточных линиях трубоэлектросварочных станов длительное

время выпускались заводом «Электроточприбор» ПО «ВОЛНА» (всего выпущено более 140 установок). Установки внедрены на российских заводах — Челябинском трубопрокатном, Выксунском металлургическом, Волжском трубном, украинском — Новомосковском и Харцызском трубных, а также в 1974—1975 гг. на металлургических заводах Румынии (г. Ясы) и Болгарии (г. Септември) установки «АИСТ-2» и ДУК-70 для автоматизированного УЗ-контроля сварных швов труб. Для автоматизированного контроля качества сварных соединений химической и нефтяной аппаратуры разработан типовой установка УД-81УА. Нес - колько лет разработанные под руководством В.Т. Боброва установки «БУР-1М» и «Атлант-3» эксплуатировались Кольской геологической экспедицией сверхглубокого бурения, что повысило надежность буровых работ и увеличило сроки службы бурильных труб. По результатам исследований В.Т. Боброва разработан новый электромагнитно-акустический (ЭМА) способ возбуждения и приема сдвиговых нормальных волн, не требующий создания акустического контакта, защищенный авторскими свидетельствами СССР и зарубежными патентами на изобретения США, Великобритании, Франции, Германии и Японии. В 1985 г. ВНИИНК продана лицензия фирме KTV—Systemtechnik, ФРГ, на «Способ и технологию ЭМА-контроля металлических изделий», в которой использованы авторские свидетельства и зарубежные патенты, полученные В.Т. Бобровым в соавторстве. В.Т. Бобров являлся участником и руководителем разработки ГОСТ 23829—85 «Контроль неразрушающий акустический. Термины и определения», ГОСТ 26786—85 «Контроль неразрушающий. Дефектоскопы акустические. Общие технические требования», ГОСТ 28702—90 (СТ СЭВ 6791—89) «Контроль неразрушающий. Толщиномеры акустические. Общие технические требования». В 1991 г. в МГТУ им. Н.Э. Баумана В.Т. Бобров защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора технических наук на тему «Развитие теории и создание автоматизированных методов и средств акустической дефектоскопии тонкостенных сварных соединений труб и сосудов давления». Доктор технических наук, профессор Владимир Тимофеевич Бобров внес значительный вклад в развитие научной школы приборостроения ВНИИНК в области автоматизированного УЗ-неразрушающего контроля. Более 20 лет он являлся членом Совета главных конструкторов по трубным агрегатам и специ альным прокатным станам Министерства тяжелого машиностроения СССР, главным конструктором по созданию автоматизированных установок УЗ-контроля Министерства приборостроения, средств автоматизации и систем управления. Как научный руководитель ВНИИНК В.Т. Бобров уделял серьезное внимание исследованиям и разработке акустической тензометрии разъемных соединений жидкостных ракетных двигателей (ЖРД). По заданию и с участием АО «НПО Энергомаш им. академика В.П. Глушко» учеными ВНИИНК и Одесского политехнического института были разработаны оборудование и технология акустического контроля усилия затяжки резьбовых соединений ЖРД. Благодаря этому методу были полностью ликвидированы отказы ЖРД по протечкам и нарушению герметичности. Двигатели АО «НПО Энергомаш им. академика В.П. Глушко» устанавливались на ракетах «Зенит» и на боевых межконтинентальных баллистических ракетах. ЖРД РД-170 использовался для самой мощной в мире ракеты «Энергия», выведшей на орбиту советский космический самолет «Буран». С 2000 г. Владимир Тимофеевич Бобров работает в ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр», сначала на должности главного научного сотрудника, с 2007 г. — ученого секретаря ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр», а с 2011 г. по совместительству в АО «НПЦ «Молния» в должности заместителя генерального директора по научной работе, активно продолжая научную деятельность. При его участии по заказу Государственного космического научно-производственного центра им. М.В. Хруничева в научно-исследовательском отделе «Акустические контрольные системы» ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр» был разработан и свыше 15 лет используется для контроля обшивки корпуса ракеты «Протон», легкосплавных бурильных труб на Каменск-Уральском металлургическом заводе и трубопроводов УЗ-толщиномер А1270 с использованием ЭМА-преобразователей. В 2005 г. В.Т. Бобров был избран действительным членом Академии электротехнических

наук РФ, с 2015 г. является почетным членом Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике (РОНКТД). Решением ВАК от 13 мая 2005 г. В.Т. Боброву присвоено ученое звание профессора по специальности «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий». Являясь членом диссертационного совета ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр», В.Т. Бобров участвует в подготовке и аттестации научных кадров, под его руководством защитили диссертации шесть кандидатов и три доктора технических наук. В.Т. Бобров принимал участие в подготовке и проведении ряда всесоюзных, всероссийских и международных научно-технических конференций, работая в оргкомитетах форумов. В настоящее время Владимир Тимофеевич входит в редакционный совет журнала «Контроль. Диагностика» и редакционно-экспертный совет журнала «MEGATECH». В течение ряда лет В.Т. Бобров являлся членом научных советов по проблемам «Ультразвук» и «Неразрушающие физические методы контроля» Координационного совета «Неразрушающий контроль» Академии наук СССР. С 2012 г. по настоящее время он — полномочный представитель ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр» в ТК 132 «Техническая диагностика» Росстандарта. В.Т. Бобров является соавтором двух монографий и редактором двух монографий, автором более 90 статей, 95 докладов, более 70 авторских свидетельств СССР на изобретения, 16 зарубежных патентов и 8 патентов РФ. Разработанный под руководством В.Т. Боброва с участием ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр», АНО «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем», ООО «Вотум» и АО «НПО Энергомаш им. акад. В.П. Глушко» Государственный стандарт ГОСТ Р 52889—2007 «Контроль неразрушающий. Акустический метод контроля усилия затяжки резьбовых соединений. Общие требования» является первым нормативным документом, регламентирующим применение метода акустического тензометрирования. За научные достижения Владимир Тимофеевич Бобров в 1971 г. награжден орденом Трудового Красного Знамени, Указом президента Российской Федерации В.В. Путина № 430 от 9 сентября 2019 г. ему присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки РФ».

20.06-01.58 Владимиру Климентьевичу Качанову — 75 лет! *Территория NDT. Международный журнал по неразрушающему контролю.* 2020, № 4, с. 18-19. Рус.

Владимир Климентьевич Качанов родился 20 ноября 1945 г., в 1971 г. окончил Московский энергетический институт (МЭИ). С 1972 по 2019 г. работал на кафедре «Электронные приборы» МЭИ. После оптимизации структуры НИУ МЭИ с 2019 г. — профессор кафедры «Диагностика и информационные технологии». Кандидатскую диссертацию на тему «Применение метода сжатия импульсов в ультразвуковой (УЗ)-дефектоскопии» Владимир Климентьевич защитил в диссертационном совете МЭИ в 1979 г. Докторская диссертация на тему «Разработка помехоустойчивых методов и устройств ультразвукового контроля изделий из полимерных композиционных материалов», защищенная им в 1993 г. в МГТУ им. Н.Э. Баумана, была квалифицирована как новое научное направление, в 1995 г. В.К. Качанову присвоено ученое звание профессора. Доктор технических наук, профессор В.К. Качанов является членом диссертационного совета МЭИ.001 по специальности 05.11.13 «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий», активно участвует в подготовке научных кадров, под его руководством защищены докторская и шесть кандидатских диссертаций. На протяжении около 50 лет Владимир Климентьевич Качанов возглавляет научную школу МЭИ «Ультразвуковая помехоустойчивая дефектоскопия крупногабаритных изделий и материалов с большим затуханием ультразвука и сложной неоднородной структурой». Особенность научной школы МЭИ определилась необходимостью решения задач неразрушающего контроля изделий ракетно-космической промышленности, промышленности полимерных композиционных материалов. Становление научной школы сопровождалось созданием нового направления, основанного на использовании радиотехнических методов в ультразвуковой дефектоскопии. В конце 1960-х гг. с участием Владимира Климентьевича были впервые созданы приборы ультразвукового контроля с электронным сканированием луча — преобраз ультразвуковых фазированных антенных решеток, широко применяемых в современ-

ных ультразвуковых томографах. Среди наиболее существенных приоритетных достижений, созданных в научной школе МЭИ и получивших широкое применение, следует отметить: впервые предложенные УЗ-пьезопреобразователи (УЗПЭП) на основе мозаичных конструкций; конструкции высокочувствительных мозаичных фокусирующих ПЭП, которые в настоящее время широко используются как в отечественных, так и в зарубежных УЗ-приборах; принципы создания мозаичных ПЭП различного назначения как гибких многофункциональных устройств, которые в зависимости от конфигурации могут выполнять целый спектр задач УЗ-контроля; высокочувствительные широкополосные мозаичные пьезопреобразователи, представляющие собой набор электрически объединенных разновысоких пьезоэлементов, соответствующий выбор которых позволяет повышать чувствительность и полосу частот преобразования в несколько раз. Учеными МЭИ разработан целый ряд новых методов помехоустойчивого УЗ-контроля, в которых используются линейная оптимальная фильтрация, синхронное детектирование, корреляционная обработка принимаемых сигналов, что позволило существенно увеличить отношение сигнал/шум, динамический диапазон принимаемых сигналов и повысить абсолютную чувствительность УЗ-контроля. Для контроля изделий с ярко выраженной неоднородной структурой и большим уровнем структурных помех была разработана теория выделения сигналов из структурного шума, основанная на положениях статистической радиотехники. Были разработаны методы пространственно-временной обработки сигналов, позволяющие выделять полезные сигналы из коррелированных с этими сигналами структурных помех. Эти методы позволили уверенно контролировать как полимерные композиционные материалы, так и сложноструктурные бетоны и металлы, в том числе чугуны, колокольную бронзу старинного литья. Была создана аппаратура для помехоустойчивого контроля изделий из колокольной бронзы и проконтролированы такие уникальные памятники отечественной культуры, как Царь-колокол, действующие колокола в звоннице колокольни Ивана Великого Московского Кремля, колокола строившегося храма Христа Спасителя, колокол «Большой» исторического комплекса колоколов Данилова монастыря г. Москвы. В середине 1990-х гг. начаты: разработка и создание помехоустойчивых методов, способов обработки специальных сигналов непосредственно для задач УЗ-контроля изделий с большим затуханием ультразвука и сложной неоднородной структурой, создание новых помехоустойчивых широкополосных сложно-модулированных сигналов (сплит-сигналов) специально для задач УЗ-контроля сложно-структурных изделий, разработка новых методов обработки сложно-модулированных сигналов, работы по УЗ-томографии бетонов, по созданию новых методов контроля крупногабаритных изделий из бетонов (толщиной до 2 м и более) на основе использования собственных частот изделий и др. В.К. Качанов является автором (соавтором) семи монографий, более 300 печатных работ, в том числе более 60 статей, опубликованных в журналах, индексируемых в базах Scopus и Web of Science. Результаты исследований ученых МЭИ отличаются новизной и оригинальностью. На технические решения, созданные в процессе исследований доктором технических наук, профессором В.К. Качановым лично и в соавторстве получено более 60 авторских свидетельств и патентов на изобретения. В 1990–2000-е гг. В.К. Качановым выполнены исследования по структуроскопии сложно-структурных материалов по анализу статистических характеристик структурного шума, в 2010-е гг. под руководством проф. В.К. Качанова были проведены первые в России работы по акустическому контролю компактных строительных конструкций из бетона с использованием методов собственных частот (импакт-эхометод, резонансный метод). Большинство выполненных под руководством В.К. Качанова исследований проводятся в рамках гособоронзаказа, созданные в МЭИ многочисленные приборы и методы ультразвукового контроля позволяют контролировать не только изделия ракетно-космической техники, но и изделия гражданского назначения, контроль которых традиционными методами невозможен. Высокий уровень научного авторитета доктора технических наук, профессора В.К. Качанова подтверждается его участием в экспертных организациях, он является экспертом Федерального реестра экспертов научно-

технической сферы Минобрнауки РФ, экспертом рейтингового агентства Thomson Reuters, экспертом международного научного издательства MDPI. Многогранный талант юбиляра проявился в его увлечении живописью, Владимир Климентьевич Качанов — известный художник, член Союза художников РФ, автор нескольких художественных альбомов, участник большого числа персональных выставок в России и за рубежом. Его работы находятся как в российских, так и в зарубежных музеях и многочисленных коллекциях в Англии, Франции, Германии и других странах.

20.06-01.59 Георгию Аркадьевичу Бигусу — 70 лет! *Территория NDT. Международный журнал по неразрушающему контролю.* 2020, № 4, с. 15. Рус.

Известный специалист в области акустико-эмиссионного контроля, профессор кафедры «Технологии сварки и диагностики» МГТУ им. Н.Э. Баумана, д-р техн. наук Георгий Аркадьевич Бигус родился 23 сентября 1950 г. в г. Павлограде Днепропетровской обл., в семье участника Великой отечественной войны, долгие годы работавшего рабочим-сварщиком на рельсосварочном заводе Украины. После окончания Днепропетровского государственного университета электрофизик Г.А. Бигус работал на инженерных и научных должностях в организациях Днепропетровска, занимался разработками систем неразрушающего контроля и технической диагностики ответственной ракетно-космической техники. В 1988 г. Георгий Аркадьевич перешел на работу в МВТУ им. Н.Э. Баумана, в научный отдел при кафедре сварки, где его деятельность была связана с технической диагностикой и неразрушающим контролем сварных конструкций. По результатам исследований Г.А. Бигус в 1990 г. в диссертационном совете МГТУ им. Н.Э. Баумана защитил кандидатскую диссертацию на тему «Исследование акустико-эмиссионных характеристик алюминиевых сплавов и их сварных соединений с целью разработки методических рекомендаций для контроля качества топливных емкостей» по специальности 05.02.11. Наряду с преподавательской деятельностью Георгий Аркадьевич продолжает научные исследования в избранном направлении, в 2000 г. Г.А. Бигус стал лауреатом Государственной премии РФ в области науки и техники за разработку методологии и внедрение в практику экспертных систем оценки ресурса подведомственных Федеральному горному и промышленному надзору России объектов, входящих в состав ракетно-космических комплексов. В 2005 г. Г.А. Бигус по результатам исследований также в диссертационном совете МГТУ им. Н.Э. Баумана успешно защитил докторскую диссертацию на тему «Разработка методологии оценки технического состояния запорочного оборудования стартовых комплексов ракет-носителей на основе применения акустических методов контроля», связанную с обеспечением эксплуатационной безопасности ракетно-космической техники. Доктор технических наук Г.А. Бигус продолжает активную научную и педагогическую деятельность, он ведет курс «Техническая диагностика», подготовил шесть кандидатов технических наук, в течение многих лет был руководителем подразделения «СертиНК» НУЦ «Сварка и Контроль» при МГТУ им. Н.Э. Баумана, является членом трех диссертационных советов. Он соавтор и автор 14 изобретений и патентов, более 150 научных трудов, двух учебных пособий и трех монографий. Об успехах на педагогическом поприще свидетельствует отзыв одного из его учеников: «Завершение моей работы стало возможным благодаря научному руководителю Георгию Аркадьевичу Бигусу, повлиявшему не только на развитие моих научных взглядов, но и на формирование моего мировоззрения».

20.06-01.60 Редакционная коллегия журнала «Вестник научно-технического развития» с глубоким приговором сообщает, что 20 апреля 2020 года ушел из жизни замечательный ученый, наш коллега и друг доктор технических наук, академик РАЕН, главный редактор нашего журнала. *Вестник научно-технического развития.* 2020, № 4, <http://www.vntr.ru/nomera/2020-04152/>. Рус.

В течении ряда лет Виталий Львович занимался теоретическими исследованиями в области нелинейных колебаний и волн, разрывных динамических систем, а также сильно нелинейных сплошных сред. Им получены результаты, относящиеся к вибротехнике, виброреологии и вибротехнологии, а также нано-

технологии, материаловедению и устойчивости виброударных систем, ему принадлежат пионерские работы в области виброударных систем со многими ударными парами. В.Л. Крупенин построил ряд точных аналитических решений задач нелинейной механики. Динамические эффекты, обнаруженные им теоретически, позже были найдены экспериментально.

20.06-01.61 Адаптация эффективных технических решений германской подводной лодки XXI серии в отечественных проектах. Федюлов С.В. Морские интеллектуальные технологии. 2018. 1, № 1, с. 20-25. Рус.

В годы Второй мировой войны в Германии была создана подводная лодка XXI серии, в проекте которой были использованы эффективные технические решения, выработанные в ходе войны. Подводные лодки (ПЛ) XXI серии со значительно усилившимися боевыми возможностями были способны серьезно снизить превосходство противолодочных операций и обладали таким преимуществом как скрытность. Несколько германских заводов, производящих оборудование (компоненты) для ПЛ XXI серии и Данцигская верфь были заняты советскими войсками после окончания войны. На этой верфи было немалое количество незаконченных ПЛ XXI серии, готовых секций и оборудования. Сразу после войны, в соответствии с Потсдамскими соглашениями в июле 1945 года, Великобритания, Советский Союз и Соединенные Штаты получили скомплектованные подводные лодки. Это позволило изучить, как новые технические решения были реализованы. Вместе с тем, восстановление советского кораблестроения было важным приоритетом для советского руководства. В конце войны советские конструкторы подводных лодок и исследователи сконцентрировали свои усилия на увеличении подводной скрытности, которая рассматривалась как решающий фактор в военно-морском деле. Советские подводные кораблестроители, тщательно изучив трофейные подводные лодки XXI серии выявили не только перспективные решения, но и недостатки. Ключевые слова: подводная лодка XXI серии, подводная лодка проекта 613, верфь «Шихау», технические решения, торпедный аппарат, технические новинки. В 1954 году документация по проекту 613 была передана Китаю, три дополнительные ПЛ были построены в СССР и отправлены на Шанхайскую верфь для окончательной сборки. Китай затем построил 15 подводных лодок данного типа на внутренней судовой верфи «Вухан» на реке Янцзы, используя преимущественно советскую листовую сталь, акустику, оружие и другое оборудование. Советские подводные лодки проекта 613 были переданы также Болгарии (2 ПЛ), Египту (8 ПЛ), Индонезии (14 ПЛ), Северной Корее (4 ПЛ); Кубе и Сирии, каждой по одной ПЛ, в качестве стационарных платформ для снабжения энергией других подводных лодок. Советский Союз передал две подводные лодки Албании в 1960 году и две ПЛ были захвачены в порту албанским правительством, когда отношения с СССР были прерваны по идеологическим соображениям в 1961 году. Подводные лодки 613 проекта создали базу для первых советских крейсерских подводных лодок и использовались для различных специальных и исследовательских задач.

20.06-01.62 Памяти Бориса Евгеньевича Патона [14 ноября 1918—19 августа 2020]. Техн. диагност. и неразруш. контроль. 2020, № 3, с. 3-4. Рус.

Борис Евгеньевич Патон родился 27 ноября 1918 г. в Киеве в семье профессора Киевского политехнического института Евгения Оскаровича Патона. Его инженерная и научная деятельность началась в 1942 г. В Институте электросварки, который тогда в эвакуации находился на территории «Уралвагонзавода» в Нижнем Тагиле. С тех пор в течение 11 лет Борис Евгеньевич работал вместе с отцом, который возглавлял институт. Это были годы его становления как ученого и исследователя, а затем и как руководителя крупного научно-производственного коллектива. Он продолжил и блестяще развил дело, начатое Евгением Оскаровичем, вместе с которым создал всемирно известную патоновскую научную школу, и 67 лет возглавлял широко известный во всем мире научно-технический комплекс — Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины. Мировое признание Б.Е. Патон получил своей разносторонней и очень плодотворной научной и инженерной деятельностью, стремлением направить фундаментальные научные исследования на решение актуальных проблем научно-технического про-

гресса. Своими трудами он заложил основы дуговой сварки, в частности, теории автоматов для дуговой сварки, которую затем развивали многие специалисты в области автоматического управления процессами сварки. Под руководством Б.Е. Патона было проведено исследование в области сварочных источников питания, создан процесс дуговой, электрошлаковой, контактной, электронно-лучевой и многих других видов сварки и родственных технологий; выполнен большой комплекс фундаментальных и прикладных исследований в области статической и циклической прочности сварных соединений, их сопротивления хрупким и усталостным разрушениям, работоспособности в условиях низких температур. Впервые на Украине появились системы диагностики сварных конструкций, к которым предъявляются повышенные требования безопасности эксплуатации. Б.Е. Патон возглавил исследования по использованию электрошлакового процесса для улучшения качества металлов и сплавов, в результате чего появился принципиально новое направление в металлургии — электрошлакового переплава и литья. Технологии, разработанные под его руководством, успешно работают на земле, под водой и в космосе. Борис Евгеньевич предложил использовать методы сварки для соединения живых тканей. Много лет Б.Е. Патон в качестве главного редактора руководил изданием ведущих журналов в области сварки и родственных технологий — «Автоматическая сварка», «Современная электрометаллургия» и «Техническая диагностика и неразрушающий контроль», что позволило донести до мировой научно-технической общественности информацию о результатах исследований и новых разработках Института электросварки, способствовать реализации более 150 лицензий в зарубежных странах. В 1962 г. Б.Е. Патон был избран президентом Академии наук УССР (ныне — Национальная академия наук Украины). Глубокое понимание роли науки в обществе, ее целей и задач, высокий международный авторитет ученого, преданность науке, неиссякаемая энергия и высокие моральные качества, активная общественно-политическая деятельность, опыт руководства большими научными коллективами стали определяющими аргументами в выборе Бориса Евгеньевича на эту должность. С тех пор он на протяжении 58 лет возглавлял ведущую научную организацию Украины. На ответственном посту президента НАН Украины еще больше раскрылся его талант организатора науки. При участии Бориса Евгеньевича Патона разработана новая структура Академии наук, ее новый устав, направленный на рациональное использование научных сил и средств, их концентрацию на решении важнейших фундаментальных и прикладных научных проблем, имеющих важное значение для экономики страны, созданы десятки новых институтов и учреждений, развились и углубились исследования в приоритетных научных направлениях. Исключительные способности Бориса Евгеньевича как лидера, ученого и организатора проявились в драматические дни аварии на Чернобыльской АЭС. Коллективы многих институтов Академии, ее Президиум уже с первых дней работы над ликвидацией последствий этой катастрофы. В годы независимости Украины Б.Е. Патон много сделал для сохранения и приумножения потенциала отечественной науки, развертывания новых научных направлений, необходимых для развития независимого европейского государства, его экономики, научно-технической, образовательной, социально-культурной сфер, укрепления обороноспособности государства. Б.Е. Патону принадлежит значительный вклад в развитие международного научного сотрудничества Украины, вхождение отечественной науки в европейское и мировое научное пространство. По его инициативе в 1993 г. создана Международная ассоциация академий наук (МААН), объединившая национальные академии 15 стран Европы и Азии. В течение почти четверти века Борис Евгеньевич был неизменным президентом этой ассоциации. Б.Е. Патона неоднократно избирали в составы высших органов государственной власти Советского Союза и Украины. Он был руководителем и членом многих важных комитетов и комиссий. Занимая высокие должности, Борис Евгеньевич плодотворно работал с глубоким чувством личной ответственности перед государством, народом и собственной совестью. Борис Евгеньевич Патон продолжал работать до последних дней своей жизни. Его жизненный путь — пример преданности любимому делу, науке, Украине. Все, кому посчастливилось общаться с Борисом Ев-

геневичем, знали его как чрезвычайно творческую личность, мудрого, глубоко порядочного и доброжелательного человека с фантастической энергией, жаждой к труду, острым аналитическим умом, теплым юмором и высокой человечностью. Всемирно признанный ученый, образец исследователя, выдающийся организатор науки, настоящий сын украинского народа — свет-

лая память о Борисе Евгеньевиче Патоне навсегда останется в сердцах всех, кто его знал и работал с ним.

20.06-01.63 Последнее интервью Бориса Евгеньевича Патона. *Техн. диагност. и неразруш. контроль*. 2020, № 3, с. 5-10. Рус.

Классические проблемы линейной акустики и теории волн

Математическая теория распространения волн

20.06-01.64 Заметка о слабых решениях уравнений Навье—Стокса, локально лежащих в $L_\infty(L_{3,\infty})$. A note on weak solutions to the Navier—Stokes equations that are locally in $L_\infty(L_{3,\infty})$. *Seregin G. Алгебра и анализ*. 2020. 32, № 3, с. 238-253. Англ.

The objective of the note is to prove a regularity result for weak solutions to the Navier—Stokes equations that are locally in $L_\infty(L_{3,\infty})$. It reads that, in a sense, the number of singular points at each time is at most finite. This note is inspired by a recent paper of H. J. Choe, J. Wolf, M. Yang.

20.06-01.65 Варианты модели Навье—Стокса—Фурье для сверх- и гиперзвуковых течений. *Буданова С.Ю., Красавин Е.Э., Никитченко Ю.А. Труды МАИ*. 2020, № 112, <http://trudymai.ru/published.php?ID=116323>. Рус.

Физико-математическая модель Навье—Стокса—Фурье рассматривается как первое приближение системы моментных уравнений третьего порядка. Анализируются моментные уравнения неравновесных напряжений и тепловых потоков. Рассматриваются несколько модификаций коэффициента сдвиговой вязкости. На примере задачи о профиле ударной волны показано, что модифицированный коэффициент вязкости позволяет получать размер сильно возмущенной области близкий к реальному даже в гиперзвуковых течениях.

20.06-01.66 О граничных условиях на твердых стенках в задачах вязкого обтекания. *Дубень А.П., Абалакин И.В., Цветкова В.О. Мат. моделир.* 2020. 32, № 11, с. 79-98. Рус.

Представлена методика задания граничных условий на твердых поверхностях, основанная на методе пристеночных функций. Методика основана на решении осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье—Стокса с моделью замыкания Спаларта—Аллмараса в приближении пограничного слоя. Полученное решение используется для постановки потоковых граничных условий, компенсирующих недостаточное сеточное разрешение пограничных слоев. Для упрощенной системы уравнений выполнена дискретизация и построен алгоритм решения. Произведена параллельная программная реализация методики в рамках конечно-объемного расчетного кода. На основе тестовых случаев, представляющих собой канонические турбулентные течения, проведена серия расчетов, демонстрирующих возможность разработанной методики. Выработаны рекомендации и ограничения, связанные с практическим применением предложенной методики.

20.06-01.67 Численное исследование аэродинамики вертикально-осевых ветротурбин. *Бобков В.Г., Бондарев А.Е., Бондаренко А.В., Галактионов В.А., Жуков В.Т., Мануковский К.В., Новикова Н.Д., Феодоритова О.Б. Мат. моделир.* 2020. 32, № 11, с. 99-113. Рус.

Представлена методология и результаты параметрических исследований вертикально-осевых ветроэнергетических установок на основе трехмерных аэродинамических расчетов. Для модельной ветротурбины с тремя витыми лопастями изучена зависимость вращающего момента от скорости ветра, скорости вращения турбины и от вариации геометрических параметров, определяющих конструкцию турбины. Получены оценки амплитуды пульсаций момента вращения ветротурбины в зависимости от задаваемых параметров.

20.06-01.68 Задача о продольном ударе груза по

стержню с движущейся границей. *Литвинов В.Л. Вестник научно-технического развития*. 2020, № 4, с. 20-25. Рус.

С помощью аналитического метода замены переменных в системе функционально—разностных уравнений находится решение задачи о продольных колебаниях стержня переменной длины в случае, когда свободный движущийся конец стержня подвергается удару груза, перемещающегося вдоль оси стержня. Для решения задачи используется представление Даламбера. Как и в случае с неподвижными границами решение представляет собой суперпозицию прямой и обратной волн и имеет различные выражения на разных временных интервалах. Ключевые слова: стержень переменной длины, удар груза по стержню, волновое уравнение, колебания систем с движущимися границами, законы движения границ.

20.06-01.69 Нелинейные бегущие волны и «отрицательная теплоёмкость» в среде с конкурирующими источниками. *Шабловский О.Н. Вестн Том. гос. ун-та. Математика и механика*. 2020, № 66, с. 64-76. Рус.

Получены новые точные решения волнового уравнения с нелинейными источниками. Построены уединенные бегущие волны и кинк-решения, формирующиеся при конкуренции двух источников. Определены условия возникновения аномального температурного отклика среды на тепловое воздействие («отрицательная теплоёмкость»). Дан пример физической интерпретации одного из решений: вычислена скорость роста кристалла как функция переохлаждения расплава. DOI: 10.17223/19988621/66/5.

20.06-01.70 О применении условий биортогональности в задачах гидроупругости тонких пластин. *Сорокин С.В., Терентьев А.В. Морские интеллектуальные технологии*. 2019. 1, № 2, с. 188-192. Рус.

Классическая задача распространения волн в тонкой упругой пластине, нагруженной слоем сжимаемой жидкости, рассмотрена в аспекте недавних достижений в применении условий биортогональности для анализа мультимодальных волноводов. Применён метод конечных произведений для того, чтобы решить трансцендентное дисперсионное уравнение. Используются корни дисперсионного уравнения (волновые числа) для того, чтобы получить условие взаимности для любой пары свободных волн. Вследствие симметрии волновода, модальные коэффициенты объединены в две группы: чётные и нечётные по волновым числам. Затем условие взаимности обычным образом разделено на два условия биортогональности. Структура этих условий определяет набор граничных условий, которые исключают модальное взаимодействие/конверсию на границах. Для этих граничных условий спектр собственных частот доступен непосредственно из дисперсионного уравнения. Проведён параметрический анализ данных спектров.

20.06-01.71 Модели распространения акустических волн при гидролокации. *Недоступ А.А., Ражев А.О. Морские интеллектуальные технологии*. 2019. 2, № 2, с. 159-163. Рус.

Системы автоматизированного проектирования и различные тренажерные комплексы широко используются в различных отраслях промышленности, в том числе и морских. При создании имитатора гидроакустического оборудования основной задачей является выбор адекватной математической модели, соответствующей необходимой точности имитации. Целью статьи является описание достаточно точной математической модели для задач имитации навигационного и рыбопоискового

оборудования. В статье рассмотрены три математические модели распространения акустических волн, используемых для построения алгоритмов имитации гидролокационного оборудования (гидролокатор, эхолот, траловый зонд): модель прямого распространения, модель реверберации и согласованная модель, являющаяся композицией двух первых моделей с учетом временного рассеивания. Выложены результаты экспериментов на различных математических моделях при одинаковых, указанных в статье, условиях. Приведен их сравнительный анализ. В заключении обозначены сильные и слабые стороны каждой модели.

20.06-01.72 О порождении вихря вращающимся цилиндром. *Гаджиев Д.А., Гайфуллин А.М., Зубцов А.В. Прикл. мат. и мех.* 2020. 84, № 5, с. 570-589. Рус.

Рассмотрена задача об эволюции в вязком сжимаемом газе осесимметричного вихревого течения, порожденного вращением бесконечно протяженной круговой цилиндра вокруг своей оси. Построено асимптотическое решение на больших временах. Найдены условия, при которых циркуляция скорости на больших расстояниях будет превышать циркуляцию в случае несжимаемой жидкости.

20.06-01.73 Силы вязкого взаимодействия двух пульсирующих сфер в жидкости вблизи зоны их контакта. *Сандуляну Ш.В. Прикладная механика и техническая физика.* 2020. 61, № 4, с. 39-45. Рус.

Рассматривается взаимодействие двух сферических пузырьков с переменными радиусами при движении в вязкой жидкости вдоль линии, соединяющей их центры. Функция тока, удовлетворяющая уравнению Стокса, найдена в бисферических координатах в виде ряда по полиномам Гегенбауэра. Выражения для вязких сил, действующих на сферы, представлены в виде бесконечных рядов. Вблизи зоны контакта пузырьков получены асимптотические выражения для этих сил.

Отражение, дифракция и рефракция волн

20.06-01.74 Вынужденные колебания цилиндрической оболочки, погруженной в жидкость. *Косарев О.И., Пузакина А.К., Назатакан Д.Ф. Проблемы машиностроения и надежности машин.* 2020, № 2, с. 16-24. Рус.

Предложен численно-аналитический метод расчета вынужденных колебаний оболочечной конструкции, погруженной в жидкость. Конструкция состоит из набора конечных упругих цилиндрических оболочек и упругих колец, к которым приложены сосредоточенные дискретные возмущающие силы. Приведены примеры сравнительного расчета амплитудно-частотных характеристик и форм колебаний оболочечной конструкции в вакууме и в жидкости.

20.06-01.75 Вынужденные колебания конечной цилиндрической оболочки, возбуждаемые дискретными силами. *Косарев О.И. Проблемы машиностроения и надежности машин.* 2020, № 5, с. 11-20. Рус.

Предложен численно-аналитический метод расчета вынужденных колебаний оболочечной конструкции, составленной из набора конечных упругих цилиндрических оболочек и упругих колец, к которым приложены дискретные возмущающие силы. Приведены примеры расчета амплитудно-частотных характеристик и форм колебаний оболочечной конструкции.

20.06-01.76 Выбор формы корпуса автономного обитаемого надводного аппарата с помощью современных средств вычислительной гидродинамики. *Лавриненко А.В., Ермолаева Е.В., Франк М.О., Овчинников К.Д., Трякин Н.В. Морские интеллектуальные технологии.* 2018. 1, № 4, с. 71-75. Рус.

Представлен выбор оптимальных обводов корпусов автономного обитаемого надводного аппарата катамаранного типа с помощью современных средств вычислительной гидродинамики. У современных надводных аппаратов большая часть бортовой энергии тратится на перемещение, поэтому выбор оптимальных обводов с точки зрения ходовых характеристик может серьезно повлиять на показатели автономности объекта. В рамках проведенного исследования рассмотрено применение

трех типов обводов для надводного аппарата: классические корабельные, торпедообразные и упрощенные (на основе формы корпуса Виглей). Для выполнения расчетов использовался программный комплекс вычислительной гидродинамики OpenFOAM, применение которого было верифицировано путем численного моделирования обтекания корпуса ДТМВ 5415. Результаты расчетов показали, что численное моделирование позволяет с хорошей точностью определять сопротивление движению морских объектов в широком диапазоне скоростей. По результатам численного моделирования обтекания корпусов трех типов обводов были получены зависимости сопротивления от скорости хода и коэффициента полного сопротивления от числа Фруда по водоизмещению. Анализируя полученные зависимости, было заключено, что классические корабельные обводы с прямым форштевнем, транцевой кормой и большим кормовым подзором для установки движительно-рулевого комплекса обладают наилучшими ходовыми характеристиками по сравнению с торпедообразными и упрощенными обводами.

20.06-01.77 Дифракция звука на шаре с неоднородным покрытием в плоском волноводе. *Скобельцын С.А., Толоконников Л.А. Прикл. мат. и мех.* 2020. 84, № 5, с. 625-639. Рус.

Получено аналитическое решение задачи дифракции сферических звуковых волн на шаре с упругим радиально-неоднородным покрытием в плоском волноводе. Представлены результаты расчетов акустического поля в волноводе. Проведено сравнение результатов расчета с результатами моделирования дифракции в волноводе в системе компьютерного моделирования физических процессов COMSOL на основе метода конечных элементов.

20.06-01.78 Движущийся объект: спектры сигналов пассивной, активной локации и переходное излучение. *Руденко О.В., Гусев В.А. Акустический журнал.* 2020. 66, № 6, с. 599-609. Рус.

Дан анализ базовых проблем формирования сигналов движущимся объектом как задач об излучении и отражении волн при учете подвижности границ. Рассмотрена обратная задача — восстановление закона перемещения объекта по известной форме профиля зондирующей и отраженной волн. Найден спектр гармоник, рождающихся при отражении от поступательно движущегося и осциллирующего препятствия. Рассчитана корреляционная функция шума, излучаемого движущимся объектом. Приведены общие соображения о переходном излучении летящего тела в условиях плотной городской застройки. Ключевые слова: движущийся объект, подвижные границы, спектры, переходное излучение. DOI: 10.31857/S032079192006009X.

20.06-01.79 Экспериментальные исследования вибрационного поля цилиндрических оболочек с различными видами веществ в придонном слое. *Клещев А.А., Коляхалин В.М., Майоров В.С., Пересёлков С.А., Ткаченко С.А. Вестник Воронежского гос. ун-та. Сер. Физика. Математика.* 2020, № 3, с. 14-24. Рус.

Статья посвящена экспериментальным исследованиям вибрационного поля цилиндрической оболочки с различными видами материалов, расположенных в виде донного слоя. Целью экспериментальных исследований вибрационного поля, возбуждаемого в оболочке с помощью удара, является поиск классификационных признаков различных видов веществ, по своим свойствам являющихся близкими к остаткам нефтепродуктов. Основное внимание в работе уделено спектральным и временным характеристикам сигналов, получаемых с датчиков виброускорения. В работе основным параметром, влияющим на спектральные и временные характеристики вибрационного поля, рассматривается входное механическое сопротивление оболочки в точке ударного возбуждения. Полученные резонансные характеристики вибрационного поля соответствуют изгибным колебаниям, возбуждаемым в оболочке при ударном возбуждении. Результаты работы предполагается использовать в натуральных условиях для классификации нефтяных остатков нефтяных резервуаров.

Рассеяние акустических волн

См. 20.06-01.77

Упругие волны в твердых телах

20.06-01.80 Численное решение задач деформирования упругих тел при импульсном нагружении. *Богульский И.О., Волчков Ю.М. Прикладная механика и техническая физика.* 2020. 61, № 4, с. 128-140. Рус.

С использованием явных алгоритмов численного решения, основанных на нескольких локальных аппроксимациях каждой из искоемых функций линейными полиномами, исследуются три способа аппроксимации младших нелинейных членов в уравнениях динамических задач механики деформируемых тел. При построении алгоритма формулируются дополнительные уравнения, основанные на законе сохранения энергии. Изучены свойства предлагаемых схем: диссипативность, монотонность и устойчивость. Приводятся результаты численного решения задачи о деформировании упругой пластины с постоянными по ее толщине деформациями сдвига (модель Тимошенко). Результаты численного решения задачи о деформировании упругого диска при импульсном нагружении сравниваются с аналитическим решением этой задачи.

Отражение, дифракция, рассеяние упругих волн

20.06-01.81 Решение смешанных задач дифракции нестационарных плоских и цилиндрических волн на полуплоскости и защита от взрывных волн барьерами. *Исраилов М.Ш., Носов С.Е., Хадисов М.-Р.В. Вестник МГУ. Сер. 1: Математика. Механика.* 2020, № 3, с. 58-62. Рус.

Получены точные аналитические решения задач дифракции нестационарных плоских и цилиндрических волн на полуплоскости при смешанных краевых условиях, когда на одной ее стороне задано условие Неймана, а на другой — условие Дирихле. С помощью численного анализа прифронтовых асимптотик установлено более значительное ослабление взрывных волн за полуплоскостью (барьером) с разными звукопоглощающими свойствами сторон, чем при полном отражении от обеих сторон полуплоскости.

20.06-01.82 Спектр одномерных собственных колебаний слоистой среды, состоящей из упругого материала и вязкой несжимаемой жидкости. *Шамаев А.С., Шумилова В.В. Вестник МГУ. Сер. 1: Математика. Механика.* 2020, № 4, с. 53-56. Рус.

Исследован спектр одномерных собственных колебаний слоистой среды с периодической структурой, состоящей из изотропного упругого материала и вязкой несжимаемой жидкости. Установлено, что точками спектра являются корни трансцендентных уравнений. Для многослойных сред при численном решении этих уравнений в качестве начальных приближений предложено использовать корни квадратных уравнений.

См. также 20.06-01.79

Стоячие волны, резонанс, нормальные моды

20.06-01.83 О расчете смешанных вынужденных и автоколебаний при запаздывающей упругой связи и источнике энергии ограниченной мощности. *Алифов А.А. Проблемы машиностроения и надежности машин.* 2020, № 2, с. 25-30. Рус.

Рассмотрена взаимодействующая с источником энергии ограниченной мощности фрикционная автоколебательная система с запаздыванием в силе упругости и внешним воздействием. Описана процедура применения методов прямой линеаризации для расчета смешанных вынужденных колебаний и автоколебаний в системе с запаздыванием и ограниченным возбуждением. На основе этой процедуры выведены уравнения нестационарных и стационарных движений.

20.06-01.84 Расчет параметров вибраций трубных систем парогенераторов для обоснования их вибропрочности и ресурса. *Фесенко Т.Н., Корецкий С.А.,*

Шитова Л.И. Проблемы машиностроения и надежности машин. 2020, № 5, с. 66-74. Рус.

Рассмотрена математическая модель вибраций пучка упругих труб в поперечном потоке, которая применима для прогнозирования отклика элементов трубного пучка при воздействии на него вихревого и гидроупругого механизмов возбуждения с учетом промежуточных опор, поставленных с зазорами относительно трубных элементов (наличие зазоров необходимое условие реализации сборки конструкции). При учете соударения труб с промежуточными опорами принята модель косоугольного удара с нормальной и тангенциальной составляющими силы реакции опор. Данная математическая модель реализована в среде программирования Matlab и выполнен расчет параметров вынужденных колебаний (частотный состав, среднеквадратичные значения виброперемещений и виброускорений) трубной модели парогенератора. Исследованы их зависимости от конструктивных и эксплуатационных характеристик.

20.06-01.85 Входной импеданс периодического набора поршневых излучателей с акустическими резонаторами в жестком экране. *Лужьянов В.Д., Носова Л.В., Будрин С.В., Маслов В.Л., Никущенко Д.В., Филимонов А.К. Морские интеллектуальные технологии.* 2019. 1, № 1, с. 173-179. Рус.

Построено аналитическое решение двумерной задачи об излучении периодическим набором поршневых излучателей, размещенных в жестком экране, в полуплоскость, заполненную акустической средой. Поршни подкреплены упругими пружинами и нагружены на акустические резонаторы. Гармонические колебания поршневых излучателей поддерживаются активными силами, синхронизированными между собой. Акустическое поле в полуплоскости представляет собой набор распространяющихся однородных плоских волн и неоднородных волн, которые локализованы вблизи поршневых излучателей. Найдено аналитическое представление для входного импеданса поршневых излучателей. Входной импеданс представлен в виде алгебраической суммы импедансов поршневых излучателей, которые колеблются в вакууме, и входных импедансов излучения поршней в акустические среды, заполняющие полуплоскость и акустические резонаторы. Каждый из импедансов излучения поршней представлен в виде парциальных импедансов излучения поршней в нормальные волны, возбуждаемые в полуплоскости и резонаторах. Проведены численные расчеты зависимости коэффициента возбуждения основной нормальной волны, возбуждаемой в полуплоскости, от частоты сил, действующих на поршневые излучатели. Анализ показал, что вид частотной зависимости коэффициента возбуждения связан с особенностями поведения частотных зависимостей реальной и мнимой частей входного импеданса периодической системы поршневых излучателей. Максимумы коэффициента возбуждения имеют резонансный характер, так как достигаются на частотах, при которых мнимая часть входного импеданса обращается в нуль. Минимумы коэффициента возбуждения достигаются на частотах зарождения распространяющихся нормальных волн в полуплоскости и резонаторах.

Волноводы, волны в трубах и направляющих системах

20.06-01.86 Предельные возможности и особенности работы систем обращения волнового фронта в поглощающих случайно-неоднородных волноводах. *Азгунов Х.Г., Крайцов Ю.А., Петников В.Г., Петросян А.С. Прикладная акустика. Междугосударственный тематический научный сборник. Том 10.* Таганрог: Таганрогский радиотехнический ин-т имени В.Д. Калмыкова. 1983, с. 14-16. Рус.

20.06-01.87 Исследование по оценке толщины корабельных палубных балок методом на основе волн Лэмба. *Зе-Ю Д., Хай-Тао В., Сиань-Мин Ян., Синь Ли., Дэжун Шу., Мэн Х.Ц. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки.* 2020. 494, № 1, с. 10-20. Рус.

Как основной силовой элемент конструкции современных кораблей, корабельная палубная балка имеет большое значение и регулярно находится в условиях больших длительных внеш-

них переменных нагрузок. Методы, используемые при техобслуживании, как правило, зависят от толщины балок. Из-за ограничений используемых методов контроля толщины балок не могут точно оцениваться во время техобслуживания. Поэтому в этой статье предлагается метод контроля, основанный на активных волнах Лэмба, с помощью которого можно оценивать толщину балок. С одной стороны, разработана двумерная (2D) конечно-элементная модель балок и изучена возможность оценки толщины балок с помощью трех индексов повреждения сигнала моды A_0 . С другой стороны, проводятся также эксперименты. Для эффективного подавления шумов в измеренных сигналах используется декомпозиция по вариационным модам (ДВМ) для определения параметров сигнала в эксперименте, а также используются три индекса повреждения для оценки толщины балок. Экспериментальные результаты показывают, что тенденция изменения трех индексов повреждения согласуется с результатами моделирования. Кроме того, индекс повреждения по энергии рассеянного сигнала на основе моды A_0 является более подходящим для определения толщины балок. Таким образом, этот метод оказался подходящим для контроля балок с различной толщиной.

20.06-01.88 Захват упругих волн полубесконечным анизотропным цилиндром с частично зафиксированной поверхностью. *Назаров С.А. Сибирский математический журнал.* 2020. 61, № 1, с. 160-174. Рус.

Рассматривается трехмерная смешанная краевая задача теории упругости о гармонических во времени колебаниях полубесконечного анизотропного цилиндра. Показано, что при определенных положении и форме зоны заземления поверхности происходит захват упругой волны, т.е. задача приобретает нетривиальное решение с экспоненциальным затуханием на бесконечности, или, наоборот, захваченной волны гарантированно нет на любой частоте колебаний. Сформулированы открытые вопросы о схожих спектральных задачах.

20.06-01.89 Динамика кавитационной полости и кавитационное разрушение. *Ганиев Р.Ф., Ильгамов М.А. Проблемы машиностроения и надежности машин.* 2019, № 1, с. 3-14. Рус.

Рассматривается движение столба жидкости в вертикальной трубе, вызванное движущимся поршнем, контактирующим с ее нижней границей. Задается закон движения поршня, исходя из экспериментальных данных. Ускорение поршня превосходит гравитационное ускорение. Допускается отрыв жидкости от поршня и изменение объема кавитационной полости. Предложена простейшая модель явления. Приводится качественное аналитическое решение одномерной задачи и сравнение с данными эксперимента. Определяется давление при схлопывании полости, последующие упругие колебания дна трубы и возникающие напряжения.

20.06-01.90 Волны, захваченные полубесконечной пластиной Кирхгофа на ультранизких частотах. *Назаров С.А. Прикл. мат. и мех.* 2020. 84, № 3, с. 327-340. Рус.

Рассмотрена полубесконечная пластина Кирхгофа со свободным краем, частично лежащая на винклеровском основании (задача Неймана для бигармонического оператора, возмущенного малым свободным членом с компактным носителем). Показано, что для любого малого $\varepsilon > 0$ можно построить (неединственным образом) переменный коэффициент податливости основания порядка ε , при котором пластина приобретает собственное число ε^4 , вкрапленное в непрерывный спектр, а соответствующая собственная функция экспоненциально затухает на бесконечности. Проверено, что более одного малого собственного числа быть не может. Примечательно то, что у акустического волновода (задача Неймана для оператора Лапласа) малое положительное возмущение не может спровоцировать появление собственного числа около точки отсечки непрерывного спектра.

20.06-01.91 Матрица рассеяния на малых частотах в сочленении цилиндрических акустических волноводов. *Назаров С.А. Прикл. мат. и мех.* 2020. 84, № 5, с. 612-624. Рус.

Рассмотрено сочленение полубесконечных цилиндрических акустических волноводов в количестве N штук. Для малых

частот построена асимптотика матрицы рассеяния. Эффекты почти полного отражения и прохождения волн обнаружены только для $N=1$ и $N=2$ при одинаковых площадях сечений цилиндров, но в других случаях какие-либо аномалии дифракции волн отсутствуют.

Переходное излучение и рассеяние

См. 20.06-01.78

Излучение источников, импеданс, картины полей

20.06-01.92 Импеданс излучения двухчастотной многоэлементной антенны накачки. *Лепендин Л.Ф., Усов В.П. Прикладная акустика. Междуведомственный тематический научный сборник. Том 10.* Таганрог: Таганрогский радиотехнический ин-т имени В.Д. Калмыкова. 1983, с. 42-49. Рус.

20.06-01.93 Влияние клеевых швов на разброс резонансных частот стержневого пьезокерамического секционированного преобразователя. *Побигай В.Т. Прикладная акустика. Междуведомственный тематический научный сборник. Том 10.* Таганрог: Таганрогский радиотехнический ин-т имени В.Д. Калмыкова. 1983, с. 142-146. Рус.

20.06-01.94 Анализ перспективных направлений развития систем, использующих отражение или вторичное излучение акустических волн. *Авдзейко В.И., Карнышев В.И., Паскаль Е.С. Вопросы радиоэлектроники.* 2020, № 7-8, с. 6-13. Рус.

Для выявления перспективных направлений развития радиоэлектронных систем, использующих отражение или вторичное излучение акустических волн, применен метод патентного анализа, который основан на формировании временных рядов патентов США и сравнении между собой различных технических решений по количеству патентов, зарегистрированных в конкретных подгруппах Международной патентной классификации (МПК), и динамике их выдачи на интервале 2010—2019 гг. Использование МПК позволяет проводить эффективный поиск и классификацию технических решений, выполнять ретроспективный анализ, а также формировать прогнозные оценки развития технологий с привлечением открытых ресурсов различных патентных ведомств. В результате исследования установлено, что последние десять лет успешно развиваются все виды систем, использующих отражение акустических волн. Наиболее перспективными среди них являются системы для определения местоположения цели за счет измерения только дальности, использующие передачу прерывистых импульсно-модулированных сигналов.

20.06-01.95 Резонансная настройка и параметры колебаний стержневой системы с пьезоэлектрическим возбудителем. *Асташев В.К., Пичугин К.А. Проблемы машиностроения и надежности машин.* 2019, № 6, с. 71-77. Рус.

Определяются условия резонансной настройки стержневой системы с пьезоэлектрическим возбудителем колебаний. Показано, что резонансная частота зависит как от размеров системы, так и от места расположения возбудителя. Определены основные особенности поведения системы в резонансных режимах. Приводится сравнение параметров резонансных колебаний с параметрами колебаний классического преобразователя Ланжевена.

20.06-01.96 Излучение цилиндрической оболочки. *Косарев О.И., Пузакина А.К. Вестник научнотехнического развития.* 2020, № 5, с. 34-37. Рус.

Предложен численно-аналитический метод расчета гидроакустического излучения цилиндрической оболочки в дальнем поле, включающий расчет вынужденных колебаний оболочечной конструкции, погруженной в жидкость, к которой приложены дискретные вынуждающие силы.

20.06-01.97 Влияние релаксационных процессов на фокусировку ударной волны в облаке газозвеси. *Садин Д.В., Белаяев Б.В., Давидчук В.А. Вестн Том. гос.*

ун-та. *Математика и механика*. 2020, № 66, с. 121-131. Рус.

Исследуется взаимодействие плоского скачка уплотнения в воздухе с цилиндрической областью газозвеси и влияние релаксационных процессов для различных размеров частиц на преломление и фокусировку ударной волны. Проведено численное моделирование в рамках неравновесного эйлерового подхода при описании газовой и дисперсной фаз. Для численного решения используется высокоустойчивая схема второго порядка по пространству и времени. Установлено, что увеличение размеров частиц приводит к уменьшению интенсивности фокусировки и перестройке ударноволновой конфигурации с внутреннего на внешний режим. DOI: 10.17223/19988621/66/10.

20.06-01.98 Исследование систем активного управления акустическими полями на основе акустического импеданса. *Власов Д.С., Малеванный А.Ю. Датчики и системы*. 2020, № 3, с. 19-31. Рус.

Рассмотрен способ подхода защиты от нежелательных акустических воздействий активным методом на основе акустического импеданса. Выполнен анализ моделей поглощения акустических колебаний и даны рекомендации по применению модели на основе акустического импеданса. Приведена методика определения импеданса шунтирующего сопротивления системы активного поглощения шума. Представлены основные этапы схемотехнического проектирования шунтирующей цепи с отрицательным обратным сопротивлением. Проанализированы результаты моделирования активной системы снижения шума на основе акустического импеданса. Произведена оценка изменения значения коэффициента поглощения активной системы поглощения шума в зависимости от номиналов пассивных компонентов устройства. На основе сравнительного анализа полученных математическим моделированием, и результатов, полученных при проведении эксперимента даны рекомендации по применению активных систем снижения шума на основе акустического импеданса.

20.06-01.99 Потери кинетической энергии потока газа на краях активных дуг осевых малорасходных турбин. *Соломахин Ю.В., Цыганкова Л.П., Невская И.В., Фершалов А.Ю. Морские интеллектуальные технологии*. 2020. 1, № 2, с. 98-101. Рус.

Работа посвящена оценке потери кинетической энергии потока газа на краях активных дуг осевых малорасходных турбин, имеющих в своем составе сопловые аппараты с углами установки сопел менее 9° и рабочими колесами с большим относительным шагом рабочих лопаток. Представлены результаты экспериментальных исследований ступеней исследованных малорасходных турбин со средним диаметром соплового аппарата 250 мм в диапазоне варьирования отношения давления перед соплами соплового аппарата к давлению за рабочим колесом от 2.0 до 5.0, частоты вращения ротора от 0 до 14000 об/мин. Представлены результаты исследований потерь мощности и потерь энергии на вентиляцию и трение дисков рабочих колес ступеней исследованных турбин с различными величинами отношения давления перед соплами соплового аппарата к давлению за рабочим колесом; зависимость коэффициента потерь энергии на краях активных дуг подвода при различной парциальности. Указано, что при малых степенях впуска (степень парциальности низкая) интенсивность увеличения потерь мощности на краях активных дуг исследуемых турбин с уменьшением отношения давления перед соплами соплового аппарата к давлению за рабочим колесом снижается.

20.06-01.100 О механизме генерации вихревых трубок в пограничном слое вязкого газа. *Воронков С.С. Техническая акустика*. 2020. 20, № 1, <http://ejta.org/archive/articles2020/voronkov10.pdf>. Рус.

Рассматривается механизм генерации вихревых трубок в пограничном слое вязкого газа при возникновении турбулентности. Получено векторное волновое уравнение, описывающее механизм генерации вихревых трубок. Показано, что генерация вихревых трубок возможна только при определенных соотношениях между пульсационными составляющими скорости в набегающем потоке. Анализируется генерация вихревых трубок при различных сценариях перехода. Отмечается, что на различных этапах перехода для описания физических процессов

необходимо использовать различные уравнения.

20.06-01.101 Детектирование слабых акустических полей с помощью волоконно-оптической измерительной системы для задач неразрушающей диагностики. *Безрук М.Н., Ромашко Р.В., Кульчин Ю.Н. Вестник ДВО РАН*. 2020, № 3, с. 68-72. Рус.

Продемонстрирована возможность применения волоконно-оптической системы на основе многоканального адаптивного голографического интерферометра для задач неразрушающей диагностики. С помощью системы выполнены детектирование и реконструкция слабого акустического поля, сформированного внутри плиты из конструкционного материала, имеющей неоднородную структуру. На основе результатов томографической реконструкции акустического поля показано влияние неоднородности на суперпозицию акустического поля.

См. также **20.06-01.79**

Численные методы, компьютерное моделирование

20.06-01.102 Оптимизация моделирования колебательной кинетики углекислого газа в полном поуровневом приближении. *Горшковский В.И., Нагнибеда Е.А. Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 1: Математика. Механика. Астрономия*. 2020. 65, № 3, с. 527-538. Рус.

Численное моделирование неравновесной кинетики углекислого газа в полном поуровневом приближении представляет собой трудоемкую вычислительную задачу, которая включает решение огромной жесткой системы дифференциальных уравнений и требует оптимизированных методов для ее решения. В настоящем исследовании мы предлагаем оптимизацию для расширенного метода Гира (EBDF). Использование адаптивного шага по времени вместо фиксированного сокращает количество шагов в алгоритме во много тысяч раз, хотя и увеличивает время выполнения каждого шага. Использование параллельных вычислений для нахождения релаксационных членов в уравнениях кинетики позволяет еще больше сократить время расчетов. Численные эксперименты по моделированию колебательной релаксации пространственно-однородного углекислого газа проводились с помощью оптимизированных вычислительных схем разных порядков. Рекомендован оптимальный алгоритм расчетов: параллельная EBDF-схема четвертого порядка с адаптивным временным шагом. Этот метод требует меньше вычислительных затрат времени и памяти, а также обладает высокой стабильностью.

20.06-01.103 Модели общей циркуляции атмосферы Земли. Достижения и направления развития. *Четверушкин Б.Н., Мингалев И.В., Четветкин В.М., Орлов К.Г., Федотова Е.А., Мингалев В.С., Мингалев О.В. Мат. моделир.* 2020. 32, № 11, с. 29-46. Рус.

Изложен анализ уровня описания главных физических процессов в атмосфере Земли в современных моделях общей циркуляции атмосферы Земли и дан краткий обзор современных моделей, используемых основными прогностическими центрами. Обсуждаются перспективные направления развития моделей общей циркуляции атмосферы Земли.

20.06-01.104 Численный метод определения границы неоднородности в задаче электроимпедансной томографии в случае кусочно-постоянной проводимости. *Гаврилов С.В. Мат. моделир.* 2020. 32, № 11, с. 59-69. Рус.

Рассматривается двумерная задача электроимпедансной томографии в случае кусочно-постоянной электрической проводимости, принимающей два известных значения. Требуется определить границу между областями, имеющими различную проводимость. Исходной информацией для решения задачи являются несколько пар распределений тока и напряжения на внешней границе тела. Предлагается численный метод определения неизвестной границы, приводятся результаты вычислительных экспериментов.

20.06-01.105 Энтропийная устойчивость бикомпактных схем в задачах газовой динамики. *Брагин М.Д.*

Мат. моделир. 2020. 32, № 11, с. 114-128. Рус.

Полностью дискретные бикомпактные схемы четвертого порядка аппроксимации по пространству исследуются на энтропийную устойчивость в задачах газовой динамики. Выводятся выражения для скорости производства энтропии в этих схемах. Получаются качественные оценки для поведения этой величины. На примере тестовых одномерных задач Римана выполняется численный анализ скорости производства энтропии у бикомпактных схем первого и третьего порядков аппроксимации по времени. Из результатов данного анализа делается заключение о том, необходима ли для бикомпактных схем какая-либо энтропийная коррекция.

20.06-01.106 Численное исследование инкремента градиентно-дрейфовой неустойчивости на фронтах экваториальных плазменных пузырей. *Кащенко Н.М., Ишанов С.А., Мацевский С.В.* *Мат. моделир.* 2020. 32, № 11, с. 129-140. Рус.

Наземные и спутниковые измерения, а также численное моделирование пространственной структуры экваториальных ионосферных пузырей проводятся достаточно интенсивно. Эти данные показывают, что долготные и высотные градиенты логарифма электронной концентрации на вертикальных границах пузырей могут достигать значений 0.001-1/м и 0.0001-1/м соответственно. При таких градиентах электронной концентрации возможно развитие градиентно-дрейфовой неустойчивости. Эта неустойчивость может генерировать неоднородности ионосферной плазмы с пространственно-временными масштабами, характерными для экваториального F-рассеяния. В данной статье представлены результаты расчетов инкрементов нарастания градиентно-дрейфовой неустойчивости на границах ионосферных пузырей. Пространственно-временная структура экваториальных плазменных пузырей получена численным моделированием. Это моделирование основано на двумерной численной модели неустойчивости Рэлея—Тейлора в экваториальной ионосфере Земли. Эта модель построена при условии, что рэлея—тейлоровские и градиентные неоднородности сильно вытянуты вдоль силовых линий магнитного поля. Инкременты нарастания градиентно-дрейфовой неустойчивости плазмы получены из дисперсионного уравнения. Результаты численных экспериментов подтверждают возможность генерации градиентно-дрейфовой неустойчивости ионосферной плазмы. Это происходит за счет значительных долготных и высотных градиентов плазмы на фронтах развитого экваториального плазменного пузыря. При этом инкремент нарастания градиентно-дрейфовой неустойчивости может достигать значений 1/(170 с). Градиентно-дрейфовая неустойчивость может быть причиной экваториального F-рассеяния.

20.06-01.107 Об использовании искусственной вязкости в рёберно-ориентированных схемах на неструктурированных сетках. *Вазвалов П.А., Козубская Т.К.* *Мат. моделир.* 2020. 32, № 12, с. 114-128. Рус.

При решении многомерных задач газовой динамики конечно-объемные схемы, использующие полные (т.е. основанные на трёхволновой конфигурации) решатели задачи Римана страдают от ударно-волновой неустойчивости. Она может проявляться в виде осцилляций на ударных волнах, не подавляемых ограничителями наклонов, или приводить к качественно неверному решению (карбункул-эффект). Для борьбы с неустойчивостью можно вблизи ударной волны переключаться на неполные решатели, основанные на двухволновой конфигурации, или вводить искусственную вязкость. В статье проводится сравнение этих двух подходов на неструктурированных сетках применительно к схеме EBR-WENO для аппроксимации конвективных членов и классическому методу Галёркина для аппроксимации диффузионных членов. Показывается, что метод введения искусственной вязкости обычно позволяет точнее воспроизвести картину течения за фронтом ударной волны. Однако на трёхмерной неструктурированной сетке он вызывает провалы перед фронтом, глубина которых зависит от качества сетки, что может приводить к аварийной остановке расчёта. Переключение на неполный решатель в этом случае даёт удовлетворительные результаты при значительно меньшей чувствительности к качеству сетки.

20.06-01.108 Пакет программ "Логос". Методика расчета отклика конструкции при действии широкополосной случайной вибрации. *Ерёменко А.Ю., Косарим С.С.* *Вопросы атомной науки и техники. Серия: Математическое моделирование физических процессов.* 2020, № 2, с. 71-85. Рус.

Рассмотрены особенности реализации методики расчета отклика конструкции при действии широкополосной случайной вибрации в пакете программ "Логос". Подробно описан вывод соотношений для получения спектрального отклика конструкции. Приведено описание двух реализованных методов интегрирования отклика конструкции по частоте для получения среднеквадратичных отклонений результирующих величин. Выполнено сравнение точности методов интегрирования на примере решения задачи о получении вибрационного отклика контейнера при перевозке. По результатам сравнения дается заключение о применимости рассмотренных методов.

20.06-01.109 О численном решении задачи распространения воздушных ударных волн в горных выработках шахты. *Мазепа Е.Е., Кусаинов П.И., Лукашов О.Ю., Крайнов А.Ю.* *Вестн. Том. гос. ун-та. Математика и механика.* 2020, № 64, с. 108-120. Рус.

Представлена физико-математическая модель распространения воздушных ударных волн в сети выработок угольной шахты после мгновенного взрыва метано-воздушной смеси на заданном участке. Представлен подход к реализации метода решения задач о распространении воздушных ударных волн в разветвленной сети горных выработок с учетом произвольных углов их сопряжения. Приведены результаты расчетов распространения воздушных ударных волн в модельных сетях выработок шахты. DOI: 10.17223/19988621/64/8.

20.06-01.110 К вопросу построения имитационной модели водной системы пожаротушения судна. *Хитрых Д.П., Маламанов С.Ю., Павловский В.А.* *Морские интеллектуальные технологии.* 2019. 1, № 2, с. 210-215. Рус.

Представлены результаты численных расчетов гидравлических и кавитационных характеристик шарового крана, выполненных с целью построения ROM-модели арматуры для последующего использования ROM-модели в виде FMU-блока в глобальной системной модели водной пожарной системы судна. Проведено исследование возможности двустороннего сопряжения (co-simulation) системного теплогидравлического кода Flownex с газодинамическим решателем ANSYS CFX. Для расчета кавитации применялась стандартная модель Zwart et al. Использовалась вихререзающая модель турбулентности SBES с подсеточной моделью WALE. Для оценки акустических характеристик арматуры использовался интегральный метод Фокса Вильямса—Хокинса. Спектры пульсаций давления в дальнем акустическом поле вычислялись на основе быстрого преобразования Фурье. Разработанный метод генерации ROM-моделей элементов гидравлических сетей на базе многофакторных численных расчетов в ANSYS.

20.06-01.111 Численное исследование кавитации и кавитационного шума в трубопроводе с дроссельной шайбой. *Хитрых Д.П., Маламанов С.Ю., Павловский В.А.* *Морские интеллектуальные технологии.* 2019. 1, № 2, с. 216-223. Рус.

Представлены результаты численного моделирования кавитации и кавитационного шума в трубопроводе с дроссельной шайбой. Исследование влияния кавитации на акустические колебания и резонансные явления позволяют лучше понять механизм генерации шума, который сопровождает кавитационные течения в дроссельных каналах. Для расчета кавитационного шума применялся интегральный метод Фокса Вильямса—Хокинса. Спектры пульсаций давления в дальнем акустическом поле вычислялись на основе быстрого преобразования Фурье. Для получения информации о нестационарных характеристиках потока при моделировании на основе SAS-SSST модели турбулентности и для расчета шума набиралась статистика, временная протяженность которой составляла 0.15 сек. LES расчеты кавитационного течения в канале с дросселем были выполнены на основе решения двухмерных уравнений с учетом осевой симметрии. Результаты численных расчетов, выполненных с помо-

стью LES/FWN и SAS/FWN методов, сравниваются с доступными экспериментальными данными.

20.06-01.112 Идентификация источника сигнала в измерительном узле системы морского экологического и гидроакустического мониторинга. *Стародубцев П.А., Сторожок Е.А. Морские интеллектуальные технологии.* 2020. 2, № 1, с. 212-214. Рус.

Вероятность ложной тревоги в измерительном узле системы морского экологического и гидроакустического мониторинга может быть снижена, если проводить первичную идентификацию источника сигнала. С этой целью необходимо предусмотреть наличие в составе узла базы данных шумовых портретов целей. Сигналы с выхода предварительного усилителя измерительного узла сравниваются с сигналами, хранящимися в базе данных, путём вычисления среднеквадратического отклонения. Определяется сигнал с минимальным отклонением и соответствующий ему источник. Сравнение сигналов может быть произведено и путём вычисления корреляционной функции. В данной статье приводятся результаты компьютерного моделирования блока первичной классификации измерительного узла в системе MATLAB&SIMULINK. Сравнимые сигналы представлены во временной области. Вероятность правильной идентификации может быть увеличена, если проводить сравнение спектров сигналов.

См. также **20.06-01.67**

Аналогии

20.06-01.113 Система уравнений электрогидродинамики для расчёта электроакустического преобразователя нового типа. *Шарфарец Б.П., Горин С.В., Майоров В.С., Лукьянов В.Д., Сетин А.И. Морские интеллектуальные технологии.* 2019. 1, № 1, с. 153-158. Рус.

Статья посвящена учету ряда особенностей электроосмотического процесса в стандартной электрогидродинамической (ЭГД)-модели, для чего проводится детализация отдельных уравнений ЭГД-системы, приводятся реальные оценки используемых параметров. ЭГД-система адаптируется под решение электроосмотических задач путем привлечения хорошо развитого аппарата электрохимического потенциала заряженных частиц. Получена замкнутая система ЭГД-уравнений для такого специфического подраздела электрогидродинамики, как электроосмотические явления. ЭГД-система не содержит уравнения диффузии для поиска поля концентраций ионов. В работе они рассчитаны проще в приближении Дебая-Хюккеля. Это позволяет упростить расчет электроосмотических потенциалов и плотностей зарядов ионов. Проведена коррекция других уравнений ЭГД-системы с учетом особенностей электроосмотических процессов. Наличие в системе уравнения теплопроводности позволяет рассчитывать поле температуры в жидкости, что является крайне необходимым для поддержания необходимого температурного режима при реализации на практике излучателя нового типа. Результаты могут быть использованы при проектировании акустического преобразователя, основанного на использовании электрокинетических явлений.

20.06-01.114 Применение теории подобия для описания электроосмотического течения жидкостей через пористые мембраны. *Шарфарец Б.П., Легуша Ф.Ф., Жуков А.Н. Морские интеллектуальные технологии.* 2019. 1, № 4, с. 153-157. Рус.

Рассматривается физическая модель стационарного электроосмотического движения жидкости в замкнутой сферической оболочке, внутри которой помещена дисковая мембрана с поперечными цилиндрическими пораами, заполненными жидкостью. К граням мембраны посредством пористых электродов приложено постоянное электрическое поле. В качестве математической модели используется система уравнений Навье—Стокса для стационарного электроосмотического течения вязкой несжимаемой жидкости внутри замкнутой твердой сферической оболочки под действием внешнего постоянного электрического поля. Рассматривается упрощенная нелинейная система уравнений Навье—Стокса для случая стационарного движения несжимаемой вязкой жидкости при условии постоян-

ства давления жидкости. Эта система уравнений приводится к безразмерному виду. При процедуре приведения уравнений к безразмерному виду реальная скорость жидкости нормировалась относительно скорости электроосмотического скольжения, определяемой по формуле Гельмгольца—Смолуховского. В результате анализа полученной системы показано, что в рассматриваемом случае кроме стандартного критерия подобия в виде числа Рейнольдса появляется еще один критерий подобия, обусловленный электроосмотической природой течения жидкости. Полученная безразмерная система уравнений содержит кроме критериев подобия еще и функции от безразмерных аргументов, описывающие поведение электрического потенциала в двойном электрическом слое. Безразмерная система уравнений движения жидкости может быть использована в случаях оболочек и мембран произвольной формы, а также жидкостей с различной физико-химической природой при проектировании и изготовлении электроакустических преобразователей, в которых используется явление электроосмоса. Полученные результаты позволяют на моделях оптимизировать устройство рассматриваемых электроакустических преобразователей, работающих на использовании электрокинетических явлений.

Методы измерений и инструменты

20.06-01.115 Исследование по созданию чувствительных элементов для пьезоэлектрических датчиков динамических процессов. *Вусевкер В.Ю., Панич А.Е. Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы юбилейной научно-технической конференции «Проблемы прикладной гидроакустики». №2(46).* Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2005, с. 62-65. Рус.

Целью настоящей работы явилось создание чувствительных элементов виброизмерительных датчиков диагностической аппаратуры контроля работы судовых установок. Для таких датчиков предъявляются повышенные требования к значению коэффициента преобразования по заряду (КП). Наряду с этим предъявляются требования по обеспечению стабильности КП при воздействии температуры от -196 до $+200^{\circ}\text{C}$ и статических сжимающих нагрузок от 50 до 150 МПа.

20.06-01.116 Цифровая аппаратура и алгоритмы оперативного измерения параметров изделий пьезотехники. *Иванов И.М., Кондаков Е.В., Милославский Ю.К. Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы юбилейной научно-технической конференции «Проблемы прикладной гидроакустики». №2(46).* Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2005, с. 78-83. Рус.

Задача оперативного измерения характеристик пьезоэлементов и пьезопреобразователей и контроля их параметров в динамическом режиме актуальна как на стадиях разработки и производства, так и в период эксплуатации. Применяемые для этих целей системы, основанные на стандартных измерительных приборах, обладают низкой производительностью. Кроме того, из-за своих массогабаритных характеристик они непригодны для контроля характеристик преобразователей на подвижных носителях в процессе проведения регламентных работ. Современная элементная база и цифровые методы формирования и обработки сигналов позволяют решить эту задачу на качественно новом уровне.

20.06-01.117 Идентификация сигналов объектов в интегрированных системах подводного наблюдения. *Шейнман Е.Л. Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы юбилейной научно-технической конференции «Проблемы прикладной гидроакустики». №2(46).* Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2005, с. 99-103. Рус.

При создании интегрированных систем подводного наблюдения (ИСПН) возникает задача идентификации (отождествления) сигналов, обнаруженных системами наблюдения, находящихся на значительных расстояниях друг от друга. В общем случае системы наблюдения независимы друг от друга и могут иметь различные собственные скорости и курсы. Алгоритм идентификации сигналов, обнаруженных разнесенными системами, должен учитывать перечень информации, вырабатываемый этими системами.

20.06-01.118 О направленных свойствах гребенчатых преобразователей малых волновых размеров. Харин Н.А. *Прикладная акустика. Междугосударственный тематический научный сборник. Том 10.* Таганрог: Таганрогский радиотехнический ин-т имени В.Д. Калмыкова. 1983, с. 130-135. Рус.

20.06-01.119 О влиянии поперечного размера низкочастотных гребенчатых преобразователей на их направленные свойства. Харин Н.А. *Прикладная акустика. Междугосударственный тематический научный сборник. Том 10.* Таганрог: Таганрогский радиотехнический ин-т имени В.Д. Калмыкова. 1983, с. 135-142. Рус.

20.06-01.120 Динамические напряжения при распространении плоской гармонической горизонтально поляризованной волны сдвига в пьезоэлектрическом материале с некруговой полостью. Ван С.Л., Ян С.Ц., Чан Ж. *Прикладная механика и техническая физика.* 2020. 61, № 4, с. 184-192. Рус.

Изучаются динамические напряжения при распространении плоской гармонической горизонтально поляризованной волны в пьезоэлектрическом материале с некруговым отверстием. С использованием конформного преобразования задача для материала с некруговым отверстием сводится к задаче для материала с круговым отверстием. Для определения неизвестных коэффициентов в аналитическом выражении для коэффициента концентрации динамических напряжений используются краевые условия. Исследовано влияние волнового числа набегающей волны, пьезоэлектрической константы материала и коэффициента эксцентриситета полости на распределение коэффициента концентрации динамических напряжений. Установлено, что распределение коэффициента динамических напряжений в окрестности полости со стороны, обращенной к набегающей волне, существенно отличается от распределения коэффициента динамических напряжений в области, находящейся на противоположной стороне.

20.06-01.121 Различение акустических спектров с различной плотностью гребней. Супин А.Я., Милехина О.Н., Нечаев Д.И. *Сенсорные системы.* 2020. 34, № 3, с. 201-209. Рус.

Измеряли пороги различения звуковых сигналов с различной плотностью спектральных гребней в зависимости от исходной (стандартной) плотности. Измерения проводили с использованием адаптивной трехальтернативной процедуры с принудительным выбором при центральных частотах тест-сигнала 1, 2 и 4 кГц. Порог различения сигналов возрастал с увеличением стандартной плотности гребней. При стандартной плотности гребней от 2 до 10 цикл/окт пороги были практически одинаковыми для сигналов с центральными частотами 1, 2 или 4 кГц: от 0.06 цикл/окт при стандартной плотности 2 цикл/окт до 5–7 цикл/окт при стандартной плотности 10 цикл/окт. При центральных частотах 1 или 2 кГц сигналы не различались, если исходная плотность гребней превышала 10 цикл/окт; при центральной частоте 4 кГц различение было возможно при исходной плотности гребней 20 цикл/окт. Различение сигналов при центральной частоте 4 кГц и исходной плотности гребней более 10 цикл/окт может быть объяснено временным анализом, тогда как различение сигналов при исходной плотности гребней менее 10 цикл/окт согласуется с моделью частотного анализа, базирующегося на профиле возбуждения в слуховой улитке.

См. также 20.06-01.112

Колебания распределенных систем, вибрации, структурная акустика

20.06-01.122 Оподавлении поперечных колебаний упругой панели, продольно движущейся в потоке жидкости. Баничук Н.В., Иванова С.Ю. *Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки.* 2020. 492, № 1, с. 83-87. Рус.

Рассмотрена проблема активного подавления колебаний упругой панели, продольно движущейся в потоке идеальной жидкости. Предложен подход, основанный на совместном рас-

смотрении реакции движущейся жидкости и возникающих деформаций панели. С использованием аналитического решения двумерной гидродинамической задачи исходная комбинированная двумерная проблема гидроупругости приведена к решению одномерного уравнения в частных производных.

20.06-01.123 Нелинейные колебания цепочки масс в жидкости. Руденко О.В. *Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки.* 2020. 493, № 1, с. 29-33. Рус.

Исследованы нелинейные регулярные и случайные колебания метаматериала, представляющего собой цепочку погруженных в вязкую жидкость массивных элементов. Ближайшие соседи связаны нелинейными силами упругости. Учтено стоковое трение. Получена система уравнений для колебаний масс. В континуальном длинноволновом приближении система сведена к упрощенному эволюционному уравнению в частных производных с нелинейным и диссипативным членами. Найдены точные решения. Показано, что конкуренция нелинейности и поглощения может привести к формированию установившейся формы профиля волны. Для шумовых волн приведены корреляционная функция и спектр интенсивности. Проанализирован процесс возбуждения пилообразной волны распределенными внешними источниками. Рассчитана предельная «пиковая» амплитуда. Рассмотрены волны в трубках переменного сечения, заполненных метаматериалом. На основе решения уравнения, содержащего зависящее от координаты сечение трубки, найдено выражение для амплитуды пилообразной волны.

20.06-01.124 Изгибные колебания многослойных пластин. Морозов Н.Ф., Товстик П.Е., Товстик Т.П. *Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки.* 2020. 493, № 1, с. 57-61. Рус.

Рассматриваются малые длинноволновые свободные изгибные колебания многослойной пластины с чередующимися мягкими и жесткими слоями. Обсуждаются приближенные способы определения податливости на поперечный сдвиг необходимой при замене многослойной пластины эквивалентной однослойной пластиной Тимошенко—Рейсснера. Проводится сравнение с точным решением трехмерной задачи теории упругости. Исследуется зависимость податливости на сдвиг и частот колебаний от отношения модулей Юнга слоев и от расположения слоев.

20.06-01.125 Спектр частот проволочного микро- и нанорезонатора. Ильгамов М.А. *Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки.* 2020. 494, № 1, с. 21-24. Рус.

Определены собственные частоты изгибных колебаний проволоки с поперечным сечением микро- и наноразмеров. Учтены поверхностные эффекты, связанные с увеличением удельной поверхности при уменьшении поперечного размера. Первый эффект обусловлен различием упругих характеристик приповерхностного слоя и основного объема материала. Второй эффект связан с взаимодействием избыточного давления на поверхности проволоки и разности площадей выпуклой и вогнутой частей поверхности, образующейся при изгибе. Рассмотрен случай шарнирного закрепления проволоки по концам. Собственные частоты определены в линейной и нелинейной постановках. Дан анализ влияния поверхностных эффектов и других входных данных на собственные частоты.

20.06-01.126 Динамическое взаимодействие продольных и изгибных колебаний стержня при лазерном воздействии. Морозов Н.Ф., Индейцев Д.А., Луккин А.В., Попов И.А., Привалова О.В., Штуккин Л.В. *Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки.* 2020. 494, № 1, с. 57-63. Рус.

Рассматривается задача о взаимодействии продольных и поперечных колебаний стержня при тепловых воздействиях с помощью лазерного излучения. Одновременный учет нелинейных слагаемых в уравнениях для изгибных и для продольных деформаций позволяет объяснить взаимодействие изгибных и продольных колебаний. Указаны области значений параметров стержня, в которых при импульсном тепловом воздействии возможно возбуждение более низкочастотных изгибных колебаний за счет высокочастотных продольных и, наоборот, возбуждение более высокочастотных продольных за счет низкочастот-

ных изгибных колебаний.

20.06-01.127 О мезомасштабных приближениях колебаний мембран с кластерами инерционных включений меньшей размерности. On meso-scale approximations for vibrations of membranes with lower-dimensional clusters of inertial inclusions. *Maz'ya V.G., Movchan A.B., Nieves M.J. Алгебра и анализ.* 2020. 32, № 3, с. 219-237. Англ.

Formal asymptotic algorithms are considered for a class of meso-scale approximations for problems of vibration of elastic membranes that contain clusters of small inertial inclusions distributed along contours of predefined smooth shapes. Effective transmission conditions have been identified for inertial structured interfaces, and approximations to solutions of eigenvalue problems have been derived for domains containing lower-dimensional clusters of inclusions.

20.06-01.128 Эффективные испытательные стенды для исследования собственных колебаний разомкнутых цилиндрических оболочек и пластин. *Добрышкин А.Ю., Сысоев О.Е., Сысоев Е.О. Труды МАИ.* 2020, № 113, <http://trudymai.ru/published.php?ID=117957>. Рус.

Для проведения экспериментальных исследований тонкостенных оболочек возникает потребность в испытательных стендах, с помощью которых можно с высокой точностью измерить один или несколько параметров. Один из самых существенных факторов — это исключение или сведение к минимуму погрешности измерений. Испытательные стенды позволяют существенно повысить качество измерений. В лаборатории строительных конструкций Комсомольска-на-Амуре Государственного Университета создан испытательный стенд для бесконтактного исследования свободных и вынужденных колебаний разомкнутых цилиндрических оболочек. Стенд металлический, жестко прикреплен к основанию, небольших размеров позволяет с высокой достоверностью измерять численные характеристики колебаний тонкостенных разомкнутых оболочек при изменении ширины, высоты и кривизны оболочек, а также способах крепления. Для его создания проведены исследования, направленные на выявление эффективных устройств, повышающих качество измерений.

20.06-01.129 Частоты свободных колебаний круглой тонкой пластины с переменными параметрами. *Васильев Г.П., Смирнов А.Л. Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 1: Математика. Механика. Астрономия.* 2020. 65, № 3, с. 518-526. Рус.

Исследуются поперечные колебания неоднородной круглой тонкой пластины. С помощью метода возмущений получены асимптотические формулы для частот свободных колебаний пластины, толщина и модуль Юнга которой линейно зависят от радиуса. Проанализировано влияние условий закрепления края пластины на частоты и поведение частот при фиксированной массе пластины. Для низших частот колебаний пластины асимптотические результаты сравниваются с результатами конечно-элементного анализа.

20.06-01.130 Исследование колебаний пьезокерамического стержня с накладкой круглой и квадратной формы. *Ермолаев Э.В., Махов В.И. Морские интеллектуальные технологии.* 2019. 1, № 2, с. 206-209. Рус.

Стержневые электроакустические преобразователи широко применяются в гидроакустических системах различного назначения благодаря высокому КПД, односторонней направленности излучения (приёма), возможности рациональной компоновки в антенне. Для расчёта стержневых механических колебательных систем применяются инженерные формулы, полученные в основном для одномерного приближения, учитывающего характерный размер стержня, то есть его длину. Применение тонкой металлической накладки, жёстко скрепляемой с торцом пьезокерамического стержня, увеличивает эффективность излучения (приёма) звуковой волны, но возникает возможность изгиба накладки, что приведёт к снижению эффективности. В работе с использованием трёхмерного конечно-элементного моделирования (МКЭ) анализируются колебания пьезокерамического стержня с накладками круглой и квадратной формы. Моделирование МКЭ двухсекционного стержня позволяет более полно представить сложный характер колебаний, сочетаю-

щий продольную и радиальную форму колебаний стержня, изгиб накладки. Это возможно благодаря визуализации амплитуд смещений участков колебательной системы. В результате моделирования показано, что при одинаковой толщине круглая плоская накладка не имеет изгиба, квадратная — имеет (при диаметре равном длине стороны квадрата). Ключевые слова: гидроакустический преобразователь, пьезокерамический стержень, изгиб.

20.06-01.131 Аэроупругость зданий и сооружений. Наука, новые технологии и инновации. *Маруфий А.Т., Калыков А.С. Нано- и микросистемная техника.* 2006, № 9, с. 19-24. Рус.

Рассмотрены основные показатели раздела прикладной механики — аэроупругость зданий и сооружений. Детально рассмотрены поведение зданий и сооружений при ветровых нагрузках, в зависимости от скоростей напора воздуха, определяемых от климатической зоны, коэффициента пульсации, высоты и формы объекта. Показана разница поведения ветровых потоков при обтекании зданий и сооружений с призматическими и цилиндрическими формами. При увеличении скоростей воздушных потоков и разнице давлений, срывов также возникает вихревое возбуждение, что приводит к изгибно-колебательным процессам из плоскости зданий и сооружений. В зависимости от числа Рейнольдса возможно выделение нескольких определенных характерных областей воздушных потоков. Указаны зависимости жесткостных характеристик зданий и сооружений на аэроупругость объекта в целом. Приведены варианты решений по аэродинамическому и конструкционному демпфированию для различных инженерных сооружений.

20.06-01.132 Об одном классе автоколебательных систем. *Нестеров С.В., Байдулов В.Г. Прикл. мат. и мех.* 2020. 84, № 6, с. 687-693. Рус.

Рассмотрена модель, обобщающая известные уравнения нелинейной теории колебаний (Ван дер Поля и Рэлея), предельные циклы которой — кривые фазовой плоскости, определяемые полной энергией колебаний в случае отсутствия диссипации/притока энергии в систему. Изменяя параметры системы и вид силового воздействия можно задавать устойчивые к возмущениям характеристики колебаний. Рассмотрены фазовые портреты системы, включая случай многосвязных предельных циклов.

20.06-01.133 Волны в пористой среде со слоем, содержащим газовый гидрат. *Губайдуллин А.А., Болдырева О.Ю. Прикладная механика и техническая физика.* 2020. 61, № 4, с. 31-38. Рус.

Проведено моделирование распространения гармонических и импульсных волн в слоистой пористой среде, один из слоев которой содержит газовый гидрат. Показано, что полученная волновая картина позволяет прогнозировать наличие гидрата в слое и его толщину, если при этом выполнены термобарические условия существования газового гидрата.

20.06-01.134 Комплексные собственные частоты колебаний и демпфирующие свойства удлиненной пластины с интегральным демпфирующим покрытием. *Паймушин В.Н., Фирсов В.А., Шишкин В.М. Прикладная механика и техническая физика.* 2020. 61, № 4, с. 114-127. Рус.

Рассмотрены классические способы поверхностного демпфирования изгибных колебаний тонкостенных конструкций и перспективный интегрированный способ демпфирования с использованием покрытия, состоящего из двух слоев материала с выраженными вязкоупругими свойствами, между которыми располагается тонкий армирующий слой высокомодульного материала. Создан конечный элемент с 14 степенями свободы для моделирования удлиненной пластины с указанным демпфирующим покрытием, позволяющий учитывать поперечное обжатие демпфирующих слоев при высокочастотных колебаниях пластины. С использованием метода итераций решена обобщенная задача определения комплексных собственных значений нижней части спектра комплексных форм и частот свободных колебаний демпфированной пластины с учетом частотной зависимости динамических модулей упругости материала. По мнимым частям комплексных собственных частот и относи-

тельному рассеянию энергии при резонансе определены демпфирующие свойства пластины.

См. также 20.06-01.68, 20.06-01.69, 20.06-01.74, 20.06-01.75, 20.06-01.95, 20.06-01.108, 20.06-01.118, 20.06-01.119

Волны в многофазных, пористых, резиноподобных средах, полимерах

20.06-01.135 Смесевые пьезоэлектрические композиты «керамика—полимер» для гидроакустики. *Еремкин В.В., Панич А.Е., Смотраков В.Г. Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы юбилейной научно-технической конференции «Проблемы прикладной гидроакустики». №2(46).* Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2005, с. 144-146. Рус.

Представлена технология приготовления смесевых композиционных материалов «керамика—полимер» с типом связности 0-3, представляющих собой пьезоэлектрический керамический порошок, равномерно распределенный в полимерной матрице. Подтверждена тенденция к увеличению пьезоэлектрических модулей композита с ростом среднего размера частицы керамического наполнителя. При гранулировании керамических частиц распылительной сушкой и переработке методом экструзии композиты на основе фторполимеров и керамики титаната свинца—кальция могут быть использованы для массового производства.

20.06-01.136 Исследование электрофизических параметров пьезокерамических материалов на основе цирконата—титаната свинца, полученных по химической технологии. *Панич А.Е., Паиков С.В. Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы юбилейной научно-технической конференции «Проблемы прикладной гидроакустики». №2(46).* Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2005, с. 146-153. Рус.

В результате проведенных комплексных физико-химических исследований и опытно-технологических работ разработана химическая технология получения промышленным способом пьезокерамических материалов (ПКМ) типа ПКЛ-ПКЛ-1, ПКЛ-2 и ПКЛ-3.

20.06-01.137 Расчет интенсивных акустических полей в неоднородном океане. *Фридман В.Е. Прикладная акустика. Междуведомственный тематический научный сборник. Том 10.* Таганрог: Таганрогский радиотехнический институт имени В.Д. Калмыкова. 1983, с. 3-7. Рус.

20.06-01.138 Молекулярно-динамическое определение объемного модуля упругости для кремния и карбида кремния. *Уткин А.В., Фомин В.М. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки.* 2020. 492, № 1, с. 68-72. Рус.

Предложена методология нахождения объемного модуля упругости на основании молекулярно-динамического моделирования. При помощи этой методологии было исследовано влияние размера сферического кластера на объемный модуль упругости. Было показано, что, начиная с некоторого критического размера кластера, модуль упругости начинает возрастать по мере уменьшения объема структуры. В качестве объекта исследования были использованы кремний Si и кубическая форма карбида кремния 3C-SiC.

20.06-01.139 Сравнительный анализ возникновения

перегрева воды и неустойчивости фронта кипения в пористой среде. *Цыпкин Г.Г., Ильичев А.Т. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки.* 2020. 494, № 1, с. 64-68. Рус.

Методом нормальных мод проведено исследование устойчивости фронта кипения, распространяющегося с постоянной скоростью в геотермальном резервуаре. На плоскости параметров определены области, соответствующие неустойчивости и перегреву воды в области перед фронтом. Найдено, что неустойчивости фронта фазового перехода всегда предшествует переход воды перед фронтом в метастабильное состояние.

20.06-01.140 Численное моделирование роста парового пузырька в однородно перегретой жидкости (тепловая энергетическая схема). *Актершев С.П., Мезенцев Н.Н., Мезенцев И.В. Теплофиз. и аэромех.* 2020, № 1, с. 127-133. Рус.

В рамках тепловой энергетической схемы численным методом моделируется рост парового пузырька в однородно перегретой жидкости. Результаты численных расчетов хорошо согласуются с полученным ранее решением в широком диапазоне чисел Якоба. Показано, что учет проницаемости межфазной поверхности при высоких значениях числа Стефана дает хорошее совпадение с результатами численных расчетов.

20.06-01.141 Особенности пьезоэлектрических свойств 0—3-композиов на основе керамики типа ПКР. *Тополов В.Ю., Панич А.Е., Курбанов М.А. Нано- и микросистемная техника.* 2006, № 1, с. 34-38. Рус.

В рамках модели регулярно расположенных сфероидальных включений в протяженной матрице определены концентрационные зависимости эффективных пьезокоэффициентов и композитов "сегнетопьезокерамика—пьеzoактивный полимер" со связностью 0—3. Рассмотрены примеры использования в качестве керамического компонента составов ПКР-7М и ПКР-8 (группа "пьезокерамика из Ростова-на-Дону"). Проанализировано влияние формы и объемной концентрации включений на пьезоэлектрический отклик 0—3-композиов. Сопоставлены некоторые расчетные и экспериментальные результаты по родственным пьезокомпозитам.

20.06-01.142 Прогнозирование гидростатического пьезоэлектрического отклика анизотропных 1—3-композиов "сегнетопьезокерамика—полимер". *Криворучко А.В., Тополов В.Ю. Нано- и микросистемная техника.* 2006, № 7, с. 35-40. Рус.

Цель настоящей статьи — анализ влияния микрогеометрии и свойств компонентов на гидростатический пьезоэлектрический отклик 1—3-композиов с СПК стержнями в форме эллиптического цилиндра. Исследованы эффективные гидростатические параметры (пьезокоэффициенты e^*_h , d^*_h , g^*_h квадрат параметра приема $(Q^*_h)^2$ и коэффициент электромеханической связи (k_h) 1—3-композиов "сегнетопьезокерамические стержни в форме эллиптического цилиндра—полимерная матрица". Проанализированы примеры немоногоного концентрационного поведения d^*_h , g^*_h $(Q^*_h)^2$ и k_h данных композиов с пьезоактивными или пьезопассивными матрицами. Впервые предложена классификация концентрационных зависимостей системы эффективных гидростатических параметров 1—3-композиов на основе сегнетопьезокерамики.

См. также 20.06-01.69, 20.06-01.104

Нелинейная акустика

Нелинейные параметры среды

20.06-01.143 Разрушение сингулярности профиля сильно нелинейной волны в диссипативной среде. *Руденко О.В. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки.* 2020. 492, № 1, с. 63-67. Рус.

Даны пояснения термина "сильно нелинейная волна", описана

возможная классификация соответствующих математических моделей. Обсуждаются параметры, для которых механические и электромагнитные волны целесообразно называть сильными и отличать их от слабо нелинейных волн, в которых нелинейные эффекты тоже могут быть выражены сильно. Изучены точные "стационарные" решения с особенностями на примере эволюционных уравнений с квадратичной и модульной нелинейностями. Показано, что эти решения в действительности стационарными

не являются, поскольку возникающие в них особенности быстро разрушаются из-за проявления нелинейных и диссипативных свойств среды.

20.06-01.144 Теоретическое и экспериментальное исследование нелинейных колебаний погруженной в жидкость консоли атомно-силового микроскопа, имеющей кинжальную форму. *Холзаде Паша А.Х., Садехи А. Прикладная механика и техническая физика.* 2020. 61, № 4, с. 174-183. Рус.

Исследуется нелинейное динамическое поведение погруженной в жидкость консоли атомно-силового микроскопа, имеющей кинжальную форму. Поведение консоли моделируется с использованием теории балок Тимошенко, учитывающей инерцию поворота поперечного сечения и поперечный сдвиг. При моделировании взаимодействия зонда консоли и поверхности образца используется теория Герца. В качестве жидкости, в которую погружается зонд, рассматривались вода, метанол, ацетон и углеродистый тетрагидрид. Во всех случаях обнаружено разупрочнение материала консоли. С увеличением вязкости жидкости резонансная частота уменьшается. Показано, что результаты расчетов хорошо согласуются с экспериментальными данными.

См. также **20.06-01.123**

Теория нелинейных акустических волн

20.06-01.145 К теории параметрического приемника звука. *Кузнецов В.П. Прикладная акустика. Межведомственный тематический научный сборник. Том 10.* Таганрог: Таганрогский радиотехнический ин-т имени В.Д. Калмыкова. 1983, с. 10-14. Рус.

20.06-01.146 Расчет характеристик приемной системы в режиме самодетектирования. *Гринберг И.Э., Новиков В.К. Прикладная акустика. Межведомственный тематический научный сборник. Том 10.* Таганрог: Таганрогский радиотехнический ин-т имени В.Д. Калмыкова. 1983, с. 16-22. Рус.

20.06-01.147 Спектральные пространственные характеристики параметрической антенны в режиме самодетектирования. *Гринберг И.Э. Прикладная акустика. Межведомственный тематический научный сборник. Том 10.* Таганрог: Таганрогский радиотехнический ин-т имени В.Д. Калмыкова. 1983, с. 22-26. Рус.

20.06-01.148 Ангармонические волны в стержне Миндлина—Германа, погруженном в нелинейно-упругую среду. *Ерофеев В.И., Леонтьева А.В. Прикл. мат. и мех.* 2020. 84, № 4, с. 511-528. Рус.

Изучается распространение продольных волн в стержне Миндлина—Германа, погруженном в нелинейно-упругую среду. При рассмотрении различных вариантов соотношения жесткости стержня и жесткости внешней среды, в которую помещен стержень, получено три предельных случая. Показано, что если жесткость внешней среды существенно превосходит жесткость стержня, то эволюционное уравнение представляет собой известное в нелинейной динамике уравнение Островского. Уравнение не имеет точных решений, но допускает качественное исследование при равенстве нулю старшей производной. В этом случае найдено и проанализировано решение в виде нелинейной периодической стационарной волны. Если жесткость внешней среды существенно уступает жесткости стержня, то эволюционным уравнением является уравнение, отличающееся от уравнения Островского в нелинейной части. Показано, что в этом случае в стержне возможно распространение солитонов классического профиля. Отмечено, что если жесткости внешней среды и стержня имеют один порядок, то нелинейные стационарные волны формироваться не могут.

20.06-01.149 Расчет линейной и нелинейной устойчивости двухслойного течения Куэтта. *Трифонов Ю.Я. Прикл. мат. и мех.* 2020. 84, № 6, с. 694-708. Рус.

Рассмотрена линейная и нелинейная устойчивость двухслойного течения Куэтта в горизонтальном канале. На первом этапе были линеаризованы уравнения Навье—Стокса в обеих фазах.

Затем решалась спектральная задача и исследовалась динамика периодических возмущений в широком диапазоне изменений объемного содержания жидкостей и скорости верхней пластины. Рассчитаны нейтральные и наиболее быстро растущие возмущения неустойчивой моды. На втором этапе, для полных уравнений Навье—Стокса для обеих жидкостей рассчитывались нелинейные стационарно-бегущие волновые режимы для течения Куэтта в горизонтальном канале. Проведено сопоставление с имеющимися в литературе экспериментальными данными.

20.06-01.150 Аппроксимация пространственного спектра нелинейных пучков с осью, наклоненной к излучающей поверхности. *Гусев В.А. Акустический журнал.* 2020. 66, № 6, с. 583-598. Рус.

Рассмотрено наклонное распространение по отношению к излучающей плоскости акустических пучков большой интенсивности. Предложена аппроксимация оператора Даламбера, позволяющая вывести эволюционное уравнение, пригодное при любых углах распространения пучка. Сформулировано уравнение типа Хохлова—Заболотской для наклонного распространения пучка. Ключевые слова: наклонное распространение, нелинейные акустические пучки. DOI: 10.31857/S0320791920060039.

См. также **20.06-01.83**, **20.06-01.143**

Распространение интенсивных волн, пилообразные и слабые ударные волны

20.06-01.151 Нелинейный метод измерения акустического давления. *Рейман А.М., Чичагов П.К. Прикладная акустика. Межведомственный тематический научный сборник. Том 10.* Таганрог: Таганрогский радиотехнический ин-т имени В.Д. Калмыкова. 1983, с. 114-116. Рус.

20.06-01.152 Тестовые задачи на сжатие сферических слоистых систем ударными волнами. *Шестаков А.А. Мат. моделир.* 2020. 32, № 12, с. 29-42. Рус.

Численное моделирование является основным, а зачастую и единственным инструментом для детального описания некоторых физических явлений при исследовании процессов сжатия веществ ударными волнами. Изучение поведения ударных волн и волн разряжения на простейших модельных тестах помогает при анализе более сложных расчетов на лазерных установках. В работе предложены тестовые задачи, моделирующие сжатие ударными волнами сферической слоистой системы, состоящей из нескольких веществ. Рассмотрены режимы сжатия, когда максимальная плотность в центральной области достигается после прохождения второй или третьей ударных волн.

20.06-01.153 Ударное акустическое излучение при столкновении капли изменяющейся формы с поверхностью воды. *Прохоров В.Е. Письма в ЖЭТФ.* 2020. 112, № 9, с. 591-597. Рус.

Излучение звука на стадии сверхзвукового расширения контактного пятна при столкновении капли с водной поверхностью рассматривается в теоретической и экспериментальной постановке. Измерения акустических сигналов проведены с одновременной видеорегистрацией падающей капли. Амплитуда ударного импульса не зависит от формы подводного сегмента капли, она определяется только скоростью соударения и текущими геометрическими параметрами надводного сегмента, форма которого фиксируется на момент последнего перед столкновением видеокadra. Огибающая формы аппроксимируется непрерывной функцией, с помощью которой моделируется сверхзвуковое расширение контактного пятна, рассчитывается амплитуда ударного импульса. Близость расчетных и экспериментальных данных подтверждают стабильность формы надводного сегмента капли во время излучения ударного импульса.

20.06-01.154 Исследование влияния диссипативных свойств водной пены на динамику ударных волн. *Болотнова Р.Х., Гайнуллина Э.Ф. Прикладная механика и техническая физика.* 2020. 61, № 4, с. 15-21. Рус.

С использованием новых экспериментальных данных исследовано распространение ударной волны в слое водной пены и

проведена визуализация динамики водосодержания в пене под воздействием этой волны. Разработана математическая модель, описывающая поведение пены как неньютоновской жидкости. В модели учитываются эффективная вязкость Гершеля—Балкли, межфазные теплообменные процессы в рамках модели Ранца—Маршалла и уравнения состояния, описывающие термодинамические свойства компонентов водной пены. Модель численно реализована в разработанном решателе в пакете OpenFOAM. Проанализировано влияние водной пены на эволюцию ударной волны.

20.06-01.155 Модель полиморфного превращения вещества в ударной волне. 1. Углерод. *Кинеловский С.А. Прикладная механика и техническая физика.* 2020. 61, № 4, с. 141-150. Рус.

Рассмотрена модель, позволяющая на основе экспериментальных данных о сжатии вещества ударной волной описать процесс полиморфного фазового перехода в ударной волне. При этом полагается, что фазовый переход в непористом веществе имеет мартенситный характер и происходит в стационарной ударной волне, возникающей позади первой в непосредственной близости от нее. Определены условия возникновения этой ударной волны. Модель апробирована для непористого пиролического графита. Показано, что модель удовлетворительно описывает экспериментальные результаты, полученные в различных исследованиях для этого типа графита.

20.06-01.156 Исследование несущей способности гибридных вертикальных Т- и L-образных болтовых соединений композитных материалов, подвергаемых воздействию подводной ударной волны. *Селахи Э. Прикладная механика и техническая физика.* 2020. 61, № 4, с. 151-161. Рус.

С помощью метода конечных элементов выполнено численное моделирование разрушения гибридных вертикальных Т- и L-образных болтовых соединений, подвергаемых воздействию подводной ударной волны. В качестве соединяемых материалов использовались ортотропные волокнистые композиты, болты и клеевые слои, изготовленные из изотропных материалов. Установлено, что гибридные вертикальные Т- и L-образные болтовые соединения существенно прочнее клеевых Т- и L-образных соединений.

См. также **20.06-01.148**

Нелинейная акустика твердых тел

20.06-01.157 Длинноволновые колебания и длинные волны в анизотропной пластине. *Морозов Н.Ф., Товстик П.Е., Товстик Т.П. Прикл. мат. и мех.* 2020. 84, № 4, с. 481-499. Рус.

В линейном приближении исследуются свободные колебания и плоские волны в тонкой упругой анизотропной бесконечной пластине постоянной толщины. Рассматривается анизотропия общего вида, описываемая 21 модулем упругости. Предполагается, что модули упругости и плотность не зависят от тангенциальных координат, но могут зависеть от координаты по толщине пластины. Многослойные и функционально градиентные пластины не исключаются из рассмотрения. В предположении, что длина волны существенно превосходит толщину пластины, построено асимптотическое разложение по степеням малого параметра толщины гармонического по тангенциальным координатам решения системы трехмерных уравнений теории упругости. При фиксированных значениях волновых чисел существуют только три длинноволновых решения: одно изгибное низкочастотное и два тангенциальных. С точностью до членов второго порядка малости по безразмерной толщине построены дисперсионные уравнения для этих решений. Для изгибных решений характерна сильная зависимость частоты от длины волны, а тангенциальные волны распространяются с малой дисперсией. Рассмотрены частные виды анизотропии.

См. также **20.06-01.144**

Отражение, дифракция, рефракция, рассеяние интенсивных волн

20.06-01.158 Дистанционная диагностика газовых пузырьков в жидкости. *Донской Д.М. Прикладная акустика. Междуведомственный тематический научный сборник. Том 10.* Таганрог: Таганрогский радиотехнический ин-т имени В.Д. Калмыкова. 1983, с. 109-114. Рус.

Параметрические антенны, рассеяние звука на звуке

20.06-01.159 К вопросу о работе параметрического излучателя звука в неоднородной среде. *Гурбатов С.Н., Прончатов-Рубцов Н.В. Прикладная акустика. Междуведомственный тематический научный сборник. Том 10.* Таганрог: Таганрогский радиотехнический ин-т имени В.Д. Калмыкова. 1983, с. 7-10. Рус.

20.06-01.160 Низкочастотный гидроакустический параметрический излучатель. *Душаткин В.Н., Иванченко В.П., Рыбачек М.С., Салин Е.П. Прикладная акустика. Междуведомственный тематический научный сборник. Том 10.* Таганрог: Таганрогский радиотехнический ин-т имени В.Д. Калмыкова. 1983, с. 26-30. Рус.

20.06-01.161 Исследование параметрических излучателей с цилиндрическими преобразователями накачки. *Воронин В.А., Фирсов И.П. Прикладная акустика. Междуведомственный тематический научный сборник. Том 10.* Таганрог: Таганрогский радиотехнический ин-т имени В.Д. Калмыкова. 1983, с. 30-34. Рус.

20.06-01.162 Экспериментальные исследования параметрического излучателя с выпуклым преобразователем накачки. *Воронин В.А., Поляркова В.А., Душаткин В.Н. Прикладная акустика. Междуведомственный тематический научный сборник. Том 10.* Таганрог: Таганрогский радиотехнический ин-т имени В.Д. Калмыкова. 1983, с. 34-38. Рус.

20.06-01.163 К возможности моделирования локационных характеристик дельфина с помощью параметрического излучателя звука. *Рыбачек М.С. Прикладная акустика. Междуведомственный тематический научный сборник. Том 10.* Таганрог: Таганрогский радиотехнический ин-т имени В.Д. Калмыкова. 1983, с. 38-42. Рус.

20.06-01.164 Номограммы для инженерных расчетов фазовых характеристик параметрических излучателей. *Волощенко В.Ю., Гривцов В.В., Сидоров Г.И. Прикладная акустика. Междуведомственный тематический научный сборник. Том 10.* Таганрог: Таганрогский радиотехнический ин-т имени В.Д. Калмыкова. 1983, с. 56-63. Рус.

20.06-01.165 Поле параметрического излучателя за зонной сигнальной пластиной. *Заграй Н.П., Говоров С.П. Прикладная акустика. Междуведомственный тематический научный сборник. Том 10.* Таганрог: Таганрогский радиотехнический ин-т имени В.Д. Калмыкова. 1983, с. 70-72. Рус.

20.06-01.166 Поле параметрического излучателя при изменении зазора между излучателем и стальной пластиной. *Заграй Н.П., Голосов С.П. Прикладная акустика. Междуведомственный тематический научный сборник. Том 10.* Таганрог: Таганрогский радиотехнический ин-т имени В.Д. Калмыкова. 1983, с. 72-75. Рус.

20.06-01.167 Применение параметрических антенн в промышленной гидроакустике. *Кабаков Л.С., Сидько В.М., Тарасов С.П., Тимошенко В.И. Прикладная акустика. Междуведомственный тематический научный сборник. Том 10.* Таганрог: Таганрогский радиотехнический ин-т имени В.Д. Калмыкова. 1983, с. 75-82. Рус.

20.06-01.168 К вопросу о буксируемой антенне параметрического гидролокатора. *Гаврилов А.М., Колягин Н.И., Котляров В.В., Косивцев Л.И. Прикладная акустика. Междуведомственный тематический научный*

сборник. Том 10. Таганрог: Таганрогский радиотехнический институт имени В.Д. Калмыкова. 1983, с. 93-97. Рус.

20.06-01.169 Повышение эффективности параметрических излучателей. *Дюдун Б.В., Панченко П.В., Фирсов И.П. Прикладная акустика. Межведомственный тематический научный сборник. Том 10.* Таганрог: Таганрогский радиотехнический институт имени В.Д. Калмыкова. 1983, с. 97-104. Рус.

20.06-01.170 Экспериментальные исследования параметрических антенн при наличии нескольких отражающих границ. *Винокурова И.И., Посижун А.П. Прикладная акустика. Межведомственный тематический научный сборник. Том 10.* Таганрог: Таганрогский радиотехнический институт имени В.Д. Калмыкова. 1983, с. 104-109. Рус.

См. также **20.06-01.146**, **20.06-01.147**

Акустические течения и радиационное давление

20.06-01.171 Направленный дрейф частиц в мощном звуковом поле. *Чернов Н.Н., Тимошенко М.А. Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы юбилейной научно-технической конференции «Проблемы прикладной гидроакустики». №2(46).* Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2005, с. 163-166. Рус.

В мощном акустическом поле на характер движения мельчайших частиц помимо периодического движения среды оказывает влияние еще целый ряд факторов, в результате действия которых кроме колебательного движения появляется направленное движение частиц. Направленное одностороннее движение частиц в акустическом поле возникает в случае, когда смещение среды есть функция периодическая, но негармоническая. Проведём расчёт и сравним смещение частицы в поле скоростей с гармонической и импульсной пилообразной формами смещений сплошной среды при вязком обтекании.

20.06-01.172 О трех нелинейностях в физике акусти-

ческих течений. *Руденко О.В. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки.* 2020. 494, № 1, с. 35-41. Рус.

Указано, что в задачах об акустических течениях присутствуют три типа нелинейностей. Во-первых, нелинейный параметр имеется в выражении для радиационной силы, вызывающей течения. Во-вторых, существует гидродинамическая нелинейность — конвективный член в уравнении движения среды. В-третьих, нелинейной может быть сама волна, приводящая к появлению течения. Показано, что эти нелинейности могут проявляться независимо друг от друга. Распространенное мнение о том, что нелинейный член в уравнениях гидродинамики нужно учитывать только для достаточно сильных акустических волн, является неточным. «Разгон» быстрого течения может быть осуществлен и слабой волной в большом объеме с маловязкой жидкостью, если воздействие радиационной силы продолжается длительное время. Приведены оценки и формулы, количественно поясняющие данные утверждения.

20.06-01.173 Акустическое течение в цилиндрической полости при варьировании ее радиуса и граничных условий. *Губайдуллин А.А., Пяткова А.В. Теплофиз. и аэромех.* 2019, № 6, с. 941-951. Рус.

Численно исследовано акустическое течение в вибрирующей цилиндрической полости, заполненной воздухом. Рассмотрены случаи адиабатических и изотермических граничных условий, а также случаи, когда на торцах полости заданы адиабатические граничные условия, а на боковой поверхности 3/4 изотермические граничные условия. Установлено значение радиуса полости, при котором осевая составляющая скорости акустического течения максимальна. Описано влияние радиуса полости и граничных условий на её торцах на свободные колебания в начальной стадии процесса, среднюю за период температуру и картину акустического течения.

Нелинейная акустика структурно неоднородных сред

См. **20.06-01.109**

Физическая акустика

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

20.06-01.174 Затухающие собственные колебания жидкости в скважине, сообщающейся с пластом. *Шагапов В.Ш., Баимаков Р.А., Рафикова Г.Р., Мамаева З.З. Прикладная механика и техническая физика.* 2020. 61, № 4, с. 5-14. Рус.

Исследуются собственные колебания столба жидкости в вертикальной скважине, возникающие при резком закрытии или открытии скважины (гидроударе). При этом период колебаний, интенсивность их затухания определяются не только протяженностью столба жидкости в скважине, ее диаметром и реологическими свойствами жидкости, но и коллекторскими характеристиками призабойной зоны пласта (в частности, коэффициентами проницаемости, качеством перфорации скважин и свойствами трещин, образовавшихся вследствие гидроразрыва пласта). С использованием математической модели, описывающей движение столба жидкости в скважине и фильтрацию в призабойной зоне, найдены решения задачи о собственных затухающих колебаниях столба жидкости в скважине. Получены характеристические уравнения для определения комплексных частот (частоты колебаний и коэффициента затухания). Изучены зависимости частоты колебаний, коэффициента затухания и декремента затухания от проницаемости пласта, найдена амплитуда колебаний в различных точках скважины.

20.06-01.175 Волновая динамика покрытых оболочкой включений в вязкоупругой среде. *Губайдуллин Д.А., Федоров Ю.В. Прикладная механика и техни-*

ческая физика. 2020. 61, № 4, с. 22-30. Рус.

Получено модифицированное уравнение Рэлея—Лэмба, учитывающее радиальные колебания покрытой вязкоупругой оболочкой капли жидкости, в центре которой находится пузырек газа и которая помещена в вязкоупругую среду. Для случая малых колебаний включения решена задача о теплообмене между газом, жидкой фазой, вязкоупругой оболочкой и несущей жидкостью. Выведено дисперсионное уравнение для пузырьковой среды. Исследовано влияние оболочек включений, вязкоупругости несущей фазы на динамику акустических волн. Проведено сравнение результатов расчетов с экспериментальными данными.

См. также **20.06-01.73**

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

20.06-01.176 Визуализация и гидролокация возмущений стратифицированной жидкости впереди и позади вертикальной пластины. *Чашечкин Ю.Д., Прохоров В.Е. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки.* 2020. 492, № 1, с. 73-78. Рус.

Методом теневой визуализации и эхолокации впервые изучена пространственная структура опережающего возмущения и спутного следа за пластиной в режиме интенсивной генерации внутренних волн. В эхолокационной картине тонкие структуры зарегистрированы и в опережающем возмущении, и в следе

в слое движения тела. В теневой картине поля опережающих возмущений являются гладкими, тонкие прослойки выражены в спутном течении. Локальные максимумы в представленных пространственных спектрах возмущений выражены на масштабах, несколько превышающих длину присоединенных внутренних волн, и при меньших значениях. Наиболее тонкие прослойки наблюдаются в теневом изображении спутного следа непосредственно позади пластины.

20.06-01.177 Вынужденные колебания капли сжимаемой жидкости в звуковом поле. *Мурга В.А., Ключбина К.А. Морские интеллектуальные технологии.* 2018. 1, № 4, с. 171-175. Рус.

В рамках линейной акустики идеальной жидкости (газа) теоретически исследовано поведение жидкой капли или газового пузырька в поле плоской синусоидальной звуковой волны в отсутствие сил тяжести и с учетом поверхностного натяжения. В частности, исследуются деформационные (капиллярные) колебания поверхности капли (пузырька) и обусловленное ими рассеяние звука при частотах, близких к резонансным частотам для любой деформационной моды. Исследование проводится в предположении, что величины возможных деформаций капли или пузырька (то есть смещение любого элемента поверхности деформированной капли от её невозмущенной сферической поверхности) малы по сравнению с радиусом невозмущенной капли и с длиной капиллярных волн на поверхности капли. Приводятся формулы для потенциала рассеянного звука, ширины резонансной кривой, эффективного сечения рассеяния звука, резонансной амплитуды деформаций - для любой моды. Показано, что возможно интенсивное рассеяние звука, вызванное не только нулевой модой (сферические пульсации) колебаний поверхности газового пузырька (как обычно считается), но и другими, деформационными, модами, как пузырька, так и жидкой капли.

20.06-01.178 Низкочастотная сдвиговая упругость коллоидной суспензии наночастиц. *Макарова Д.Н., Дембелова Т.С., Бадмаев Б.Б. Акустический журнал.* 2020. 66, № 6, с. 610-612. Рус.

Приведены экспериментальные результаты исследования низкочастотной (10^5 Гц) сдвиговой упругости коллоидной суспензии наночастиц диоксида кремния SiO_2 разных размеров в полиэтилсилоксановой жидкости ПЭС-2 акустическим импедансным методом. Согласно экспериментальных результатов, полученных разными способами акустического резонансного метода, подтверждает, что низкочастотная сдвиговая упругость коллоидных суспензий наночастиц является их объемным свойством. Ключевые слова: наносуспензия, пьезокарт, колебания, модуль, импедансный метод, наночастицы. DOI: 10.31857/S032079192005010X.

20.06-01.179 Течение Куэтта горячего вязкого газа. *Хорин А.Н., Конохова А.А. Вестник Самарского гос. технич. ун-та. Сер. Физ.-мат. науки.* 2020. 24, № 2, с. 365-378. Рус.

Найдено новое точное решение уравнений движения вязкого газа для плоского стационарного сдвигового течения горячего (800—1500 К) газа между движущимися с разными скоростями параллельными пластинами (аналог несжимаемого течения Куэтта). Одна из пластин считалась теплоизолированной. Для зависимости коэффициента вязкости от температуры принята формула Сазерленда. В отличие от других известных точных решений, вместо аналогии Рейнольдса (предположение о линейной связи между коэффициентами вязкости и теплопроводности) для вычисления коэффициента теплопроводности использована более точная формула, имеющая в рассматриваемом диапазоне температур ту же точность, что и формула Сазерленда (2%). С использованием полученного точного решения исследовано качественное влияние сжимаемости на напряжение трения и на профили температуры и скорости. Показано, что (если одна из пластин теплоизолирована) сжимаемость газа приводит к увеличению напряжения трения. Проведено сравнение нового точного решения с известным точным решением (V.N. Golubkin, G.B. Sizykh, 2018), полученным с использованием формулы Сазерленда для коэффициента вязкости и аналогии Рейнольдса для коэффициента теплопроводности. Обна-

ружено, что оба решения приводят к одинаковым выводам о качественном влиянии сжимаемости на напряжение трения и на профили температуры и скорости. Однако прирост напряжения трения, вызванный сжимаемостью, при использовании аналогии Рейнольдса оказался недооцененным в два раза. Это показывает, что предположение о линейной связи между коэффициентами вязкости и теплопроводности может приводить к заметным количественным ошибкам.

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

20.06-01.180 Определение механических свойств материала при индентировании в колебательном режиме. *Изымов Р.И., Беляев А.Ю., Свистков А.Л. Вестник Пермского ун-та. Серия: Физика.* 2020, № 3, с. 39-47. Рус.

Предложен новый способ расшифровки данных, получаемых с помощью атомносиловой микроскопии (АСМ) в колебательном режиме наноиндентирования. Разработана модель взаимодействия зонда АСМ на упругой балке (кантилевере) с образцом. Помимо статической нагрузки на основании кантилевера задана силовая модуляция по гармоническому закону. Такой подход позволяет использовать для расчёта механических характеристик не только силу взаимодействия зонда с материалом, но и сдвиг фазы колебаний кантилевера по отношению к заданному гармоническому сигналу на его основании, а также соотношение амплитуд этих колебаний. Данная информация дает возможность оценить наличие вязкости материала. Было показано преимущество колебательного режима перед квазистатическим индентированием, заключающееся в возможности исключить влияние необратимых процессов (пластика, хрупкое разрушение в материале) на результат эксперимента и выявить наличие временных зависимостей. Показано, что модель содержит небольшое количество констант, предложены методы их определения. Проведенные с помощью разработанной модели расчёты позволили сделать ряд рекомендаций по выбору жесткости кантилевера для получения наиболее информативных результатов эксперимента. Данный подход представляется перспективным при исследовании материалов с высокой степенью неоднородности по жесткости, в том числе при определении локальных свойств наполненных нанокмполитов вблизи частиц наполнителя.

См. также **20.06-01.141, 20.06-01.142**

Акустическая кавитация, сонолюминесценция

20.06-01.181 Оценка тепловой и акустической энергии при схлопывании кавитационного пузырька. *Аганин А.А., Ганнев О.Р., Давлетшин А.И., Украинский Л.Е. Проблемы машиностроения и надежности машин.* 2020, № 5, с. 3-10. Рус.

Приводятся результаты численного исследования тепловой и акустической энергий, выделяемых при схлопывании одиночного сферического кавитационного пузырька в воде при давлении 10 бар и температуре 20°C . В используемой модели принимаются во внимание теплопроводность пара в пузырьке и окружающей жидкости, теплообмен, испарение/конденсация на поверхности пузырька, сжимаемость жидкости. Преобразование механической энергии в тепловую за счет вязкости жидкости не учитывается. Показано, что при схлопывании пузырька энергия акустического излучения, обусловленного радиальными пульсациями пузырька, примерно в 9 раз больше энергии, затрачиваемой на нагрев жидкости. Величина этих энергий изменяется пропорционально кубу начального радиуса пузырька.

20.06-01.182 Зависимость коллапса парового пузырька в горячем тетрадекане от давления жидкости. *Нигматуллин Р.И., Аганин А.А., Топорков Д.Ю. Теплофиз. и аэромех.* 2019, № 6, с. 931-940. Рус.

Рассматриваются особенности коллапса парового пузырька в горячем тетрадекане (с температурой 663 К) в зависимости от давления жидкости в диапазоне от 13 до 100 бар. В начале коллапса пар в пузырьке находится в состоянии насыщения с давлением 10,3 бар, начальный радиус пузырька принят рав-

ным 500 мкм. Показано, что при давлении жидкости менее 13 бар сильное сжатие пара в пузырьке реализуется близким к однородному, а при более высоких значениях давления сжатие реализуется посредством образующихся в пузырьке радиально сходящихся изэнтропических (при 14–18 бар) и ударных (начиная с 19 бар) волн. Проведено сопоставление степеней сжатия пара, оцениваемых по его давлению, плотности и температуре на границе малой центральной области пузырька радиусом 0,25 мкм, с теми степенями сжатия пара, что реализуются при коллапсе аналогичного парового пузырька в холодном ацетоне при температуре 273 К, соответствующей известным экспериментам по акустической кавитации дейтерированного ацетона. Установлено, что степени сжатия, сравнимые с достигаемыми в случае ацетона при давлении 15 бар, равном амплитуде акустического воздействия в указанных экспериментах, достигаются в случае тетрадекана при давлении 70 бар. При этом максимальная скорость коллапса пузырька в тетрадекане оказывается в 10 раз меньше, чем в ацетоне (110 м/с против 1100 м/с).

20.06-01.183 Численное исследование процесса кавитации в капле жидкости. Юр Г.С., Пинясов С.В. *Морские интеллектуальные технологии*. 2019. 1, № 3, с. 53-56. Рус.

Выполнен анализ рабочего процесса в судовых дизелях при работе на тяжелых топливах. Показано, что одним из наиболее эффективных способов интенсификации смесеобразования и горения распыленного топлива является применение процесса внутрикапельной кавитации. Гидродинамические, кумулятивные, тепловые и другие эффекты, имеющие место в процессе кавитации обладают большой разрушительной силой. В процессе кавитации происходит газификация жидких высокомолекулярных соединений с образованием химически активных элементов, которые являются промоторами процесса горения. На основе предложенной математической модели проведено численное исследование траектории движения границы парогазового пузырька, находящегося внутри капли топлива. Определено, что для захлопывания пузырька необходимо преодолеть порог кавитационной прочности жидкости. Для принятых для расчета внешних условий, амплитуда пульсаций газовой среды для капли жидкости, в которой находится парогазовый пузырь должен превышать 0,2 МПа.

См. также 20.06-01.89, 20.06-01.110, 20.06-01.111, 20.06-01.175

Фононы в кристаллической решетке, квантовая акустика

20.06-01.184 Рассеяние фононов на точечных дефектах структуры, комплексах-наночастицах и типичные особенности теплового сопротивления реальных кристаллов и сегнетоэлектриков. Часть II. Роль точечных дефектов, наночастиц и флуктуационный эффект биения. Алтухов В.И., Ростова А.Т., Казаров Б.А. *Нано- и микросистемная техника*. 2006, № 4, с. 14-21. Рус.

Показано, что в общем случае для реального ангармонического кристалла с дефектами и (или) структурным фазовым переходом коэффициент теплопроводности $k_{\alpha\beta}(T)$ можно выразить через корреляционную функцию ток-ток. Последняя удовлетворяет транспортному уравнению типа Бете—Солпитера и при учете ангармонического взаимодействия в приближении самосогласованных фононов поведение системы около T_c , в конечном счете, описывается системой двух замкнутых уравнений ренормализационной группы для диаграммы с вершиной U и частоты фононов Ω . Получен набор значений критических индексов сегнетоэлектриков, которые связаны с динамическим поведением системы и особенностями температурного поведения теплопроводности кристаллов $k(T)$ около температуры структурного фазового перехода T_c .

Акустика вязкоупругих материалов

См. 20.06-01.82

Наноакустика, акустика тонких пленок и капель с наночастицами

20.06-01.185 Множественные выбросы брызг при ударе капли. Чашечкин Ю.Д., Ильиных А.Ю. *Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки*. 2020. 494, № 1, с. 42-46. Рус.

Впервые проведена фото- и видеорегистрация всех групп мелких капелек (брызг), вылетающих при падении в бассейн с водой капли диаметром $0.2 < D < 0.5$ см и скоростью $1 < U < 4.05$ м/с. В режиме образования всплеска группы капелек выбрасываются эшелонами вначале с вершин шипов на пленке вокруг области первичного контакта, затем с шипов на кромках расщепленных оболочек венца и, наконец, с зубцов его шеврона. Первые брызги летят радиально, последующие — внутрь, вокруг каверны и вертикально вверх. Со временем размеры брызг растут от 0.1 до 1.0 мм, их скорости падают с 20 до 1 м/с, интервалы между группами увеличиваются от 50 мкс до 2.5 мс вплоть до начала сглаживания зубцов венца ($t \approx 17$ мс). Ускорению капелек способствует конверсия доступной потенциальной энергии при уничтожении свободных поверхностей сливающихся жидкостей.

20.06-01.186 Динамика поляризации в сегнетоэлектрика типа "порядок—беспорядок" с релаксационным типом поглощения. Белоненко М.Б., Сасов А.С. *Нано- и микросистемная техника*. 2006, № 7, с. 17-21. Рус.

Исследуется динамика доменной структуры сегнетоэлектриков типа порядок—беспорядок, описываемых обобщенным изинговским гамильтонианом с релаксационным типом поглощения. Исходя из гамильтониана задачи получено уравнение на псевдоспиновые переменные, описывающее эволюцию поляризации. Такое уравнение численно решено совместно с уравнением для звуковой волны. Проведен анализ результатов и их сравнение с экспериментальными данными. В данной работе основное внимание было сосредоточено на особенностях динамики поляризации сегнетоэлектриков типа порядок—беспорядок с релаксационным типом поглощения с учетом существенной роли акустической подсистемы кристалла.

20.06-01.187 Ультразвуковая микроскопия как возможный инструмент контроля качества соединения пластин в процессе изготовления структур "кремний на изоляторе". Бутытская М.В., Петронюк Ю.С. *Нано- и микросистемная техника*. 2006, № 8, с. 12-15. Рус.

Описана ультразвуковая система визуализации высокого разрешения, привлекательная благодаря возможности наблюдать микроструктуру в объеме непрозрачных объектов и измерять упругие, вязкие и релаксационные свойства малых областей и включений. Представлены результаты контроля соединенных подложек, которые в дальнейшем будут формировать структуру "кремний на изоляторе".

См. также 20.06-01.138, 20.06-01.140

Поверхностные волны в твердых телах и жидкостях

20.06-01.188 Экспериментальное исследование разрушения круглых струй слабоконцентрированного раствора полимера при истечении в неподвижный воздух. Юй Л.Ф., Цзо Ч.Г., Ли Л., Лю Ш.Х., Чжао Ш.Т. *Прикладная механика и техническая физика*. 2020. 61, № 4, с. 201-210. Рус.

Приведены результаты экспериментального исследования разрушения струй слабоконцентрированного полимерного раствора, вытекающих из сопла в неподвижный воздух со скоростями 30–87 м/с. Полимерный раствор представляет собой растворенный в дистиллированной воде полиэтиленоксид с длинными цепочками, относительная молекулярная масса которого равна нескольким миллионам. Концентрация раствора составляет порядка 10^{-4} . Процесс разрушения струи регистрировался высокоскоростной камерой через четыре окна, установленные вдоль струи. Показано, что характер разрушения струи

слабоконцентрированного полимерного раствора отличен от характера разрушения струи ньютоновской жидкости. Обнаружено, что маломасштабные межфазные возмущения подавляются, в то же время наблюдается закрученный столб жидкости, колеблющийся с большой амплитудой. При значении скорости струи, превышающем критическое значение, происходит отслоение с поверхности струи жидких пленок и волокон. Обнаружено четыре типа разрушения струи. Установлено, что диаметры основного столба жидкости и волокон жидкости уменьшаются с увеличением скорости струи.

См. также 20.06-01.176

Акустоэлектроника

20.06-01.189 Уравнение Власова для фоонов и его макроскопические следствия. Волков Ю.А., Дмитриев А.С., Марков М.Б. *Мат. моделир.* 2020. 32, № 11, с. 16-28. Рус.

Получены поправки к гармоническому приближению для первого порядка теории гиперупругости в рамках релаксационного приближения для кубического кристалла. Построено уравнение Власова для бесстолкновительного газа фоонов в самосогласованном поле деформаций. Рассмотрены столкновения фоонов в приближении релаксации к равновесному распределению. Показано, что в термодинамическом пределе для гидродинамики фоонного газа справедливы уравнения термоупругости. Рассмотрена связь кинетической модели фоонного газа с уравнениями Каттанео, Гайера—Крумхансла и термоупругости в форме Био.

20.06-01.190 О диссипации энергии в электроосмотическом процессе, протекающем при работе электроакустического преобразователя нового типа. Шарфарец В.П., Легуша Ф.Ф. *Морские интеллектуальные технологии.* 2019. 1, № 2, с. 143-148. Рус.

Изучены вопросы баланса энергии в стационарном электроосмотическом процессе в цилиндрическом капилляре, заполненном жидкостью, к которой с помощью электродов приложена разность потенциалов. Рассматривается диссипация энергии за счет вязкого трения и выделения Джоулева тепла. В случае вязкого трения рассчитывается диссипативная функция для случая стационарного электроосмотического течения несжимаемой жидкости. Объемный интеграл от диссипативной функции равен половине энергии механических потерь в единицу времени во всем объеме капилляра. Затем рассматривается диссипация энергии, вызванная выделением Джоулева тепла за счет протекания тока под воздействием приложенной разности потенциалов. При этом для соблюдения баланса энергии необходимо учитывать явление перенапряжения на электродах. Получено выражение для суммарной мощности потерь в объеме капилляра, вызванных выделением Джоулева тепла. В обоих случаях удается получить упрощенные асимптотические выражения, зависящие от безразмерного параметра: отношения радиуса капилляра к длине Дебая. Численно показано, что асимптотика начинает действовать при значении параметра, большем четырех. Для реальных капилляров это справедливо, так как длина Дебая в двойном электрическом слое составляет единицы нанометров. Полученная асимптотика сводит выражения для потерь, состоящие из сложных функций к простым алгебраическим выражениям, куда входят все параметры физического процесса. Анализ потерь показывает, что суммарная мощность потерь пропорциональна длине капилляра, квадрату амплитуды вектора электрической напряженности, отношению радиуса капилляра к длине Дебая. Кроме того, величина суммарной мощности потерь линейно зависит от динамической вязкости рабочей жидкости, электрокинетического потенциала двойного электрического слоя на границе раздела фаз в капилляре, подвижности ионов и их концентрации в жидкости, заряда ионов, а также диэлектрической проницаемости жидкости. Полученные выражения очень компактные, что позволяют легко анализировать влияние каждого параметра задачи на происходящие электрокинетические процессы и, следовательно, оптимизировать конструкцию электроакустического преобразователя.

См. также 20.06-01.94

Магнитоакустический эффект, осцилляции и резонанс

20.06-01.191 Нестационарный поток вязкой электропроводной жидкости между вращающимися параллельными стенками при наличии вдува (отсоса) среды и магнитного поля. Гурченков А.А. *Прикл. мат. и мех.* 2020. 84, № 6, с. 721-732. Рус.

Изучаются движения вязкой электропроводной несжимаемой жидкости, вращающейся вначале как твердое тело с постоянной угловой скоростью вместе с ограничивающими ее параллельными стенками, под действием внезапно начинающихся продольных колебаний одной из стенок. Стенки составляют произвольный угол с осью вращения. Неустановившийся поток индуцирован продольными колебаниями одной из стенок, вдувом (отсосом) среды, производимым перпендикулярно поверхности пористой пластины и внезапно включенным постоянным магнитным полем, направленным по нормали к стенкам. Построены аналитические решения уравнений магнитной гидродинамики. Определены поле скоростей и векторы касательных напряжений вязкой электропроводной жидкости, действующие на стенки щели. Определено индуцированное магнитное поле в потоке электропроводной жидкости. Рассматривается ряд частных случаев движения стенок. На основе полученных результатов исследуются отдельные структуры пограничных слоев у стенок щели.

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

20.06-01.192 Полосно-пропускающий фильтр-поляризаторна диэлектрической слоистой структуре с решетками полосковых проводников. Беляев Б.А., Тюрнев В.В., Волошин А.С., Лежиков Ан.А., Галеев Р.Г., Шабанов В.Ф. *Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки.* 2020. 493, № 1, с. 5-10. Рус.

Исследована новая конструкция многослойного полосно-пропускающего фильтра, в которой каждый резонатор состоит из двух одинаковых диэлектрических слоев с параллельными решетками полосковых проводников на внешних поверхностях и ортогональной к ним решеткой полосковых проводников между слоями. Конструкция фильтра на резонаторах со скрещенными решетками одновременно выполняет функцию поляризатора, прозрачного в заданной полосе частот, если вектор электрического поля волны параллелен внешним полосковым проводникам, но отражает волны с ортогональной поляризацией. Численный электродинамический анализ 3D-модели конструкции хорошо согласуется с результатами измерений опытного образца фильтра-поляризатора пятого порядка с относительной шириной полосы пропускания 14% и центральной частотой 13.4 ГГц. Потери СВЧ-мощности в полосе пропускания устройства при параллельной поляризации электромагнитной волны ~ 1.2 дБ, а при ортогональной — более 40 дБ.

20.06-01.193 Полосно-пропускающий фильтр из диэлектрических слоев с субволновыми решетками полосковых проводников на границах. Беляев Б.А., Тюрнев В.В., Волошин А.С., Лежиков Ан.А., Галеев Р.Г., Шабанов В.Ф. *Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки.* 2020. 494, № 1, с. 75-81. Рус.

Исследована конструкция многослойного полосно-пропускающего фильтра, каждый из полуволновых резонаторов которого состоит из двух диэлектрических слоев с наружными решетками полосковых проводников в виде квадратных сеток и с внутренними — в виде квадратных патчей. Сетки служат зеркалами с заданными отражательными свойствами, обеспечивая оптимальные связи крайних резонаторов со свободным пространством и оптимальные связи между резонаторами. Решетки из патчей позволяют изменять собственную частоту резонаторов при настройке фильтра. Показана эффективность квазистатического расчета амплитудно-частотных ха-

характеристик слоистой структуры, если период решеток меньше длины волны в диэлектрике и много меньше толщины слоев. Расчет не требует больших затрат машинного времени, поэтому параметрический синтез устройств можно проводить на обычном персональном компьютере. Измеренные характеристики опытного образца синтезированного фильтра третьего порядка с относительной шириной полосы пропускания $\sim 10\%$ и ее центральной частотой ~ 10.6 ГГц хорошо согласуются с расчетом. Предложенная конструкция позволяет изготавливать радиопрозрачные в заданной полосе частот многослойные панели для укрытия микроволновых антенн.

20.06-01.194 Вклад температурной зависимости оптического коэффициента поглощения образца на формирование теплового поля в фотоакустической камере. Салихов Т.Х., Рахими Ф., Махмалатиф А., Шарифов Д.М. Теплофиз. и аэромех. 2019, № 6, с. 963-968. Рус.

Получены выражения, описывающие особенности формирования температурного поля в фотоакустической камере с учетом температурной зависимости не только теплофизических параметров всех слоев и поглощательной способности, но и оптического коэффициента поглощения образца. Выведена система нелинейных алгебраических уравнений для определения зависимости температур освещаемого слоя образца и его обратной стороны от интенсивности падающего луча. В результате численного решения этой системы получены нелинейные зависимости температур обеих сторон образца от интенсивности луча. Обнаружено, что знак термического коэффициента температурной зависимости оптического коэффициента поглощения существенно влияет на характер зависимостей приращения температур облучаемой поверхности и тыловой стороны образца от интенсивности. Также показана существенная роль подложки на формирование поля температур в фотоакустической камере.

20.06-01.195 Матричный оптико-акустический приемник ТГц излучения с нанооптоэлектромеханическими элементами на основе перфорированного SLG графена. Гибин И.С., Котляр П.Е. Прикладная физика. 2020, № 3, с. 76-82. Рус.

Рассмотрено развитие неохлаждаемых многоэлементных приемников излучения на основе оптико-акустических преобразователей от первого в истории техники матричного приемника Голея до современных конструктивных решений, включающих применение графеновых разделительных мембран. Проведены обобщенные расчеты чувствительности мембран, выполненных на основе графенов и традиционных материалов, таких как полиметилметакрилат и нитрид кремния. Анализируется перспективность применения однослойного графена (SLG — single-layer graphene), как наиболее перспективного материала для выполнения мембран. Показано, что гексаграфен C63(6) является идеальным материалом для изготовления гибкой мембраны из-за его атомной толщины, высокой прочности, газонепроницаемости и высокой электропроводности. Показано, что повышение чувствительности оптоакустических приемников излучения (ОАПИ) при изготовлении мембран из графенов позволяет конструировать матричные системы с малыми диаметрами мембран при сохранении метрологических параметров однокамерных ОАПИ приборов. Рассмотрена конструкция матричного оптоакустического приемника ТГц излучения предельной чувствительности, в которой используется перфорированный SLG графен.

20.06-01.196 Экспериментальное исследование акустических сигналов при оптоакустическом эффекте в суспензии с полистирольными дисками как моделями эритроцитов. Кравчук Д.А. Прикладная физика. 2020, № 4, с. 70-73. Рус.

Целью исследования являлось провести экспериментальные исследования лазерного возбуждения акустического сигнала в натрий-фосфатном растворе с полистирольными дисками как моделями эритроцитов, для установления моделируемого уровня гематокрита. Получен экспериментально акустический сигнал от моделей двояковогнутых эритроцитов в натрий-фосфатном растворе с помощью оптоакустического метода от лазера ND: YAG для различных концентраций. Акустические

сигналы, формируемые в результате оптоакустического преобразования, имеют различные амплитуды, формы и длительности. Анализ полученных экспериментально акустических сигналов позволяет сделать вывод о применимости метода для определения уровня гематокрита на примере модельных полистирольных эритроцитов.

20.06-01.197 Математическая модель акустооптического коммутатора волоконно-оптических линий связи. Музамадиев А.А. Оптический журнал. 2020. 86, № 4, с. 11-18. Рус.

Проведено исследование характеристик оптического излучения при его прохождении через элементы, входящие в структуру акустооптического коммутатора волоконно-оптических линий связи, а также определение эффективности передачи оптического сигнала и уровня вносимых потерь. Для этого предложена математическая модель акустооптического коммутатора волоконно-оптических линий связи, описывающая оптический сигнал, распространяющийся как Гауссово излучение, и передаваемый между входным и выходными волокнами. Разработанная математическая модель позволяет раскрыть соотношение амплитуд сигналов на входном и выходных оптических волокнах, их интенсивности и мощности, проследить характер распространения оптического излучения и его ослабления элементами оптики, а также исследовать эффективность передачи оптического сигнала и уровень вносимых потерь.

20.06-01.198 Гранат-неодимовый лазер с синхронизацией мод акустооптическим модулятором бегущей волны и сферическим зеркалом. Грибанов А.В., Яковин Д.В., Яковин М.Д. Оптический журнал. 2020. 86, № 6, с. 3-8. Рус.

Представлены результаты экспериментов по исследованию генерационных характеристик диодно-накачиваемого Nd: YAG лазера с синхронизацией мод сферическим зеркалом и акустооптическим модулятором бегущей волны. Измерены характеристики дифрагированного излучения, выводимого из резонатора акустооптическим модулятором в случае плотного резонатора и в случае создания в резонаторе потерь, аналогичных пропусканию выходного зеркала. Также рассмотрен случай с дополнительным резонатором по дифрагировавшим лучам, возвращающим их обратно в резонатор лазера.

20.06-01.199 Оптоакустическое исследование и моделирование оптических свойств композитов циклотриметилентринитрамин-ультрадисперсные частицы никеля. Адуев Б.П., Нурмухаметов Д.Р., Зевков А.А., Нелюбина Н.В., Созинов С.А., Каленский А.В., Ананьева М.В., Галкина Е.В. Оптика и спектроскопия. 2020. 128, № 5, с. 659-668. Рус.

Экспериментально получены оптоакустические сигналы, инициируемые импульсным лазерным излучением (длительность импульса на полувысоте 14 нс) с длиной волны 532 нм в прессованных композитах циклотриметилентринитрамин (RDX) - ультрадисперсные частицы никеля, и определены их наблюдаемые показатели поглощения излучения при значениях среднего радиуса частиц 40, 60, 80 и 140 нм. Показано, что зависимость экспериментального показателя поглощения от радиуса частиц при постоянной массовой доле немонотонная. Результаты интерпретировались в рамках теории переноса монохроматического излучения. Показано, что согласие экспериментальных и рассчитанных значений показателя поглощения прессованных таблеток RDX-ультрадисперсные частицы никеля различного радиуса достигается при учете остаточной пористости образца. Оценены средний радиус пор и их концентрация. Ключевые слова: оптоакустическая спектроскопия, ультрадисперсные частицы металлов, RDX, уравнение переноса излучения.

20.06-01.200 Спектральное распознавание объектов с помощью многооконных акустооптических фильтров. Пожар В.Э., Великовский Д.Ю. Оптика и спектроскопия. 2020. 128, № 7, с. 1035-1041. Рус.

Рассмотрена задача обнаружения объектов по их спектральным признакам при гиперспектральной съемке. Описаны основные проблемы, препятствующие эффективному и оперативному решению задачи. Обоснован метод дискриминации объектов от фона в реальном времени, основанный на использова-

нии многооконных перестраиваемых спектральных фильтров. Сформулированы принципы работы и технической реализации этих устройств. Обсуждены допущения, лежащие в основе метода, и его особенности. Предложен оригинальный способ реализации на основе модулируемого акустооптического фильтра. Сделан вывод о принципиальной реализуемости рассмотренных методов на основе новой технологии многооконной акустооптической фильтрации, его перспективности, быстродействия, оперативности и гибкости. Ключевые слова: гиперспектральный анализ, экспресс-анализ, многооконный акустооптический фильтр, модуляция акустооптического фильтра.

20.06-01.201 Экспериментальное исследование многополосной акустооптической фильтрации при декодировании спектрально-кодированных сигналов в некогерентных системах ОСДМА. *Филатов А.Л. Письма в Журнал технической физики.* 2021. 47, № 1, с. 20-22. Рус.

Экспериментально доказана возможность использования акустооптических многополосных фильтров для построения сетей с кодовым разделением каналов множественного доступа. Исследованы корреляционные помехи, вызванные тем, что для кодирования/декодирования используется набор полос, спектр которых имеет вид, близкий к функции $\sin(x)/x$. Для случая нескольких передатчиков разработана и реализована специальная технология, позволившая провести исследования на линии передач, созданной на базе двух фильтров. Ключевой составляющей технологии является эмулирование на первом фильтре суммарного сигнала от двух—пяти передатчиков. Измеренная величина отношения амплитуд сигнала к интерференционным помехам была больше 11 дБ и уменьшалась из-за корреляционных помех от сетевого окружения и ошибки эмулирования суммарного сигнала менее чем на 3 дБ. Ключевые слова: акустооптический фильтр, спектральное кодирование, DDS, ОСДМА.

См. также 20.06-01.101, 20.06-01.126, 20.06-01.185

Термоакустика, высокотемпературная акустика, фотоакустический эффект

20.06-01.202 Ионная проводимость в селенидах меди. *Биккулова Н.Н., Горбунов В.А., Ажманова Г.Р., Курбангулов А.Р., Биккулова Л.В., Сафаргалеев Д.И., Нигматуллина Г.Р., Алымов М.И. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки.* 2020. 493, № 1, с. 11-14. Рус.

Впервые представлены результаты исследований явлений ионного переноса в высокотемпературных модификациях монокристаллического селенида меди в зависимости от температуры и состава в пределах области гомогенности, а также влияния степени совершенства монокристаллических образцов на ионный перенос. Энергия активации, оцененная из температурных зависимостей ионной проводимости для совершенных монокристаллов, значительно выше, чем в поликристаллических образцах, и с отклонением от стехиометрии увеличивается. Для монокристаллов наблюдаются более низкие значения ионной проводимости. Значение ионной проводимости в интервале температур 573—723 К для поликристаллических образцов в 1.5—2 раза выше, чем для монокристаллов.

20.06-01.203 Генерация звуковых волн плёночным термофоном в жидкости. *Васильев В.П., Лезуша Ф.Ф., Пугачёв С.И., Разрезова К.В., Старобинец И.М. Морские интеллектуальные технологии.* 2018. 2, № 1, с. 104-108. Рус.

На основе термоакустического эффекта созданы и используются в научных исследованиях широкополосные нерезонансные источники (термофоны) для возбуждения звука в газообразных средах. В работе исследуется возможность использования плёночных термофонов для излучения звуковых волн в жидкой среде. Проведены расчёты излучения звуковых волн плёночным термофоном в две непроводящие жидкости, вода и керосин, тепловые параметры которых существенно отличаются. Результаты сравнивались, при прочих равных условиях, с расчётными и экспериментальными характеристиками излучения термофона в воздух в интервале звуковых частот 50—10000 Гц.

Полученные данные показывают, что акустическая эффективность возбуждения звуковых волн термофонами в непроводящих жидкостях выше, чем в воздух на 6 дБ для воды и на 20 дБ для керосина. Известны диэлектрические жидкости, имеющие акустическую эффективность выше, чем у керосина. Из таких жидкостей можно подобрать иммерсионную жидкость для создания источника звуковых волн, погружённого в электропроводящие жидкости, в том числе и в воду.

20.06-01.204 Физические эффекты, возникающие при взаимодействии акустической добавки к температуре среды со сферической полостью, взвешенной в жидкости. *Лезуша Ф.Ф., Олейник М.М., Лисенков Н.М., Наливкин П.В., Чижов В.Ю. Морские интеллектуальные технологии.* 2018. 1, № 4, с. 162-166. Рус.

При распространении одномерной звуковой волны в свободной жидкой среде, кроме звукового давления $p(x,t)$ и колебательной скорости $u_1(x,t)$, в ней возникает акустическая добавка к температуре среды $T/(x,t)$. Если в жидкости находится неподвижная сферическая полость, имеющая малые волновые размеры $k_1 R \ll 1$, где k_1 — волновое число среды, R — радиус сферы, то, за счёт взаимодействия основной звуковой волны с полостью, на её поверхности возникает однородное температурное поле с переменной амплитудой, изменяющейся по гармоническому закону $T'_{m1} \cdot e^{i\omega t}$. Это происходит, когда внутри полости возникает неоднородная тепловая волна, имеющая сферическую форму фронта. Сильное затухание этой тепловой волны сопровождается диссипацией энергии основной звуковой волны. Кроме этого, при распространении тепловой волны в газе, заполняющем полость, за счёт выделения термоакустической энергии происходит излучение вторичной сферической звуковой волны, вызывающей появление там колебательного процесса.

20.06-01.205 Колебания температуры в бегущей плоской звуковой волне. *Лезуша Ф.Ф., Рытов Е.Ю., Сетин А.И. Морские интеллектуальные технологии.* 2018. 1, № 4, с. 167-170. Рус.

Рассматривается процесс колебаний температуры в бегущей звуковой волне, распространяющейся в однородной неограниченной сжимаемой вязкой теплопроводной среде. Получено выражение для расчета амплитуды T'_m акустической добавки к температуре среды. Проведен численный анализ формул, используемых для оценки значения T'_m в волне. Даны рекомендации по применению формул для расчета амплитуды T'_m в жидких средах и резиноподобных твердых телах. Полученные результаты позволяют уточнить параметры тепловых процессов, возникающих при взаимодействии бегущих звуковых волн с неоднородностями среды и границами сред. Это, в свою очередь, способствует повышению надежности теоретических оценок эффективности диссипативных процессов, возникающих при взаимодействии акустического поля с неоднородностями искусственного и естественного происхождения, находящимися в сплошной среде. При этом значительно расширяется круг задач физической и технической акустики, решение которых имеет большое практическое значение.

20.06-01.206 Термоакустические источники звука — термофоны: расчёт, проектирование, перспективы применения. *Васильев В.П., Разрезова К.В., Горин С.В., Лебедев Г.А., Сетин А.И. Морские интеллектуальные технологии.* 2019. 1, № 1, с. 167-172. Рус.

Приводятся результаты исследований проволочных и плёночных термофонов различной конфигурации с целью определения их акустических характеристик и направлений возможного практического применения. Представлены основные соотношения и формулы, расчет по которым подтверждается проведенными экспериментальными результатами. Проводится анализ двустороннего и одностороннего режимов излучения проволочных термофонов. Отмечается, что основным недостатком проволочных термофонов с односторонним излучением является неравномерность их АЧХ, что затрудняет их практическое применение. В двустороннем режиме проволочные термофоны могут успешно использоваться в качестве поршневых источников звука в трубах. Плёночные термофоны различной формы без теплоизолирующей подложки обладают равномерными,

воспроизводимыми акустическими характеристиками, которые можно прогнозировать путем расчета, зная физические константы используемых материалов конструкции термофонов. Перспективным направлением исследования является использование термофонов в качестве источников излучения звука в жидкую среду. Приводятся результаты исследования излучения пленочного термофона в две жидкости (дистиллированная вода и керосин). По сравнению с излучением в воздух излучение в керосин, например, выше примерно на 20 дБ.

20.06-01.207 Исследования режимов возбуждения термоакустических излучателей звука — термофонов. *Легуша Ф.Ф., Григорьева Н.С., Лукьянов В.Д., Разрезова К.В., Троицкий А.В. Морские интеллектуальные технологии.* 2020. 3, № 4, с. 164-168. Рус.

Проведён анализ влияния режимов возбуждения термофона на его акустическую эффективность. В настоящее время для возбуждения современных термофонов используют два режима возбуждения соответствующих случаям, когда в активном элементе термофона текут: 1) постоянный электрический ток I_0 и переменный электрический ток $i(f) = I_m \sin(\omega t)$; 2) только переменный ток $i(f) = I_m \sin(\omega t)$. В этих случаях термофон излучает звуковые волны, амплитуды колебательных скоростей которых u_{m1} и u_{m2} соответствуют номерам режимов. При этом показано, если выполняется неравенство $I_0 \gg I_m$, то отношение колебательных скоростей $u_{m1} / u_{m2} \geq 28$. Как следствие этого, уровень излучения звука при 1 режиме возбуждения более чем на 29 дБ выше, а мощность акустического излучения в 860 раз выше по сравнению со вторым режимом возбуждения. Таким образом, для создания мобильных эхолокационных систем, работающих в газах, могут быть использованы термофоны, в которых реализован первый режим возбуждения, имеющий более сложную схему электрического питания.

Другие физические эффекты в акустических полях

См. 20.06-01.113

Ультразвук в неразрушающем контроле, промышленных технологиях и изделиях

20.06-01.208 Исследование дефектной структуры металла методом ультразвукового зондирования. *Ерофеев В.И., Ильягинский А.В., Никитина Е.А., Родюшкин В.М. Проблемы машиностроения и надежности машин.* 2019, № 1, с. 109-114. Рус.

Предложен методический подход к исследованию дефектной структуры металла методом ультразвукового зондирования. Показано, что представление процессов, определяющих влияние состояния материала на параметры зондирующего импульса статистической моделью в виде распределения Дирихле, позволяет с учетом изменения дефектной структуры металла количественно охарактеризовать изменение формы зондирующего импульса, улучшить понимание феноменов взаимодействия упругой волны со средой.

20.06-01.209 Ультразвуковая дефектометрия: от спектрального образа до когерентного изображения портрета дефектов. Часть 1. Ультразвуковая дефектометрия на основе спектрального и дифракционного образов. *Вопилкин А.Х. Территория NDT. Международный журнал по неразрушающему контролю.* 2020, № 2, с. 64-68. Рус.

Приведена история развития одного из актуальных направлений ультразвукового контроля — ультразвуковой дефектометрии за 50-летний период работы автора сначала в НПО «ЦНИИТМАШ», затем в НПЦ «ЭХО+». Начались работы с применения дифракционных методов оценки типа и размеров дефектов, затем на смену им пришли ультразвуковые голографические методы, которые сослужили хорошую службу на атомных электростанциях. В последние годы активно развиваются методы и аппаратура ультразвуковой дефектометрии с использованием фазированных решеток (ФР). Апогеем создания приборов ФР явился выпущенный на рынок ФР-дефектоскоп на 128 каналов, в котором реализованы одновременно три технологии контроля.

Акустика океана, гидроакустика

См. 20.06-01.1К, 20.06-01.2К, 20.06-01.3К, 20.06-01.4К, 20.06-01.6К, 20.06-01.7К, 20.06-01.8К, 20.06-01.9К, 20.06-01.10К, 20.06-01.11К, 20.06-01.12К, 20.06-01.13К, 20.06-01.14К, 20.06-01.15К, 20.06-01.16К, 20.06-01.17К, 20.06-01.18К, 20.06-01.20К, 20.06-01.21К, 20.06-01.22К, 20.06-01.23К, 20.06-01.24К, 20.06-01.25К, 20.06-01.26К, 20.06-01.27К, 20.06-01.28К, 20.06-01.29К, 20.06-01.30К, 20.06-01.31К, 20.06-01.32К, 20.06-01.33К, 20.06-01.34К, 20.06-01.35К, 20.06-01.36К, 20.06-01.37К, 20.06-01.38К, 20.06-01.39К, 20.06-01.40К, 20.06-01.41К, 20.06-01.42К, 20.06-01.43К, 20.06-01.44К, 20.06-01.45К, 20.06-01.46К, 20.06-01.47

в зонах с доминирующими водными модами близка к средней скорости звука в волноводе.

Акустика мелкого моря

20.06-01.211 Серийный малогабаритный рыболовецкий эхолот с параметрическим излучающим трактом. *Иванов И.А., Сидько В.М., Тарасов С.П., Тимошенко В.И. Прикладная акустика. Междуведомственный тематический научный сборник. Том 10.* Таганрог: Таганрогский радиотехнический ин-т имени В.Д. Калмыкова. 1983, с. 82-86. Рус.

20.06-01.212 Особенности решения прямой и обратной задач рассеяния для неоднородностей малого волнового размера. *Дмитриев К.В., Румянцева О.Д. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки.* 2020. 494, № 1, с. 13-20. Рус.

Акустическое поле, рассеянное на одиночной неоднородности, состоит из компонент различного порядка мультипольности. Для симметричных неоднородностей и слабоконтрастных неоднородностей малого волнового размера эти компоненты связаны с мультипольными компонентами исходного падающего поля с помощью набора коэффициентов рассеяния. Установлено, что область допустимых значений каждого из этих коэффициентов на комплексной плоскости представляет собой круг при наличии поглощения в неоднородности и окружность — в его отсутствие. Решение обратной задачи с целью восстановления упомянутой неоднородности может сталкиваться с трудностями, поскольку в результате многократного рассеяния избыточно расширяется пространственный спектр вторичных источни-

Звук в глубоком море, подводный звуковой канал

20.06-01.210 Инвариантность эффективной фазовой скорости гидроакустического поля в глубоком океане. *Аксенов С.П., Кузнецов Г.Н. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки.* 2020. 493, № 1, с. 75-78. Рус.

Исследуется распределение в глубоком море звукового давления и градиентов фазы вдоль трасс распространения сигналов в ближней и дальней зонах освещенности, а также в зоне тени. Показано, что характеристики поля, сформированные вытекающими, захваченными и водными модами, существенно различаются. Установлено, что градиенты фазы и зависимости «эффективной фазовой скорости» от расстояния в зоне тени устойчивы и определяются единой инвариантной закономерностью. Предложено аналитическое описание этой зависимости. Установлено также, что величина эффективной фазовой скорости

ков, и привносится ошибка в результаты восстановления. На комплексной области установлены множества значений коэффициента монопольного рассеяния, при которых этот эффект проявляется в наибольшей степени.

20.06-01.213 О решении одной обратной задачи для уравнений мелкой воды в бассейне с переменной глубиной. *Баев А.В.* *Мат. моделир.* 2020. 32, № 11, с. 3-15. Рус.

Рассмотрена задача распространения волн малой амплитуды на поверхности мелкой воды в водоеме с переменной глубиной. Из системы уравнений мелкой воды получено уравнение Кортевега—де Вриза (КдВ) с переменным коэффициентом, учитывающим как профиль дна, так и геометрическое расхождение волн. Поставлена и в рамках адиабатического приближения решена обратная задача, состоящая в определении переменного профиля дна по периоду и амплитуде стационарных волн. Показано, что учет геометрической расходимости волн существенно влияет на результат решения обратной задачи.

20.06-01.214 Моделирование полей потоков мощности в горизонтально-слоистых волноводах мелкого моря. *Владецкий Д.О., Лисютин В.А., Ярошенко А.А., Савельев В.Г.* *Морские интеллектуальные технологии.* 2018. 2, № 4, с. 63-67. Рус.

Рассмотрены методы расчета полей давления в горизонтально-слоистых волноводах, осложненных задачей моделирования поля вектора интенсивности. Вследствие опережающего развития техники измерений образовался разрыв между измерительным потенциалом и возможностями осмысления результатов измерений, основанных на возможностях моделирования векторных акустических полей. В работе приводятся результаты моделирования векторного поля потока мощности в многомодовом горизонтально-слоистом волноводе мелкого моря. Моделирование поля потока мощности осуществляется «по определению», как произведение полей давления и компонент поля вектора колебательной скорости. Поля давления и колебательной скорости вычисляются методом нормальных волн. Анализируется структура поля давления, поля колебательной скорости и разностно-фазовые соотношения между полями давления и колебательной скорости в окрестности особой точки в случае распространения в волноводе двух первых мод. Устанавливаются причины возникновения особых точек — центров и седел. Устанавливается качественная связь между физическими и акустическими характеристиками слоистого дна и пространственным расположением особых точек потока мощности при многомодовом характере распространения звука.

20.06-01.215 Результаты экспериментальных исследований по обнаружению пловцов при развитой структуре интерференционного гидроакустического поля в прибрежной акватории берегового клина. *Викторов Р.В., Липовецкий А.О.* *Морские интеллектуальные технологии.* 2020. 2, № 1, с. 215-222. Рус.

Показано, что прилегающая к особо важным объектам акватория берегового клина, остается не освещенной, и при подсветке высокочастотным сигналом, в ней формируется интерференционное гидроакустическое поле, в котором можно регистрировать движущихся пловцов. Рассматривается механизм возникновения амплитудной модуляции при отражении гидроакустического сигнала от взволнованной морской поверхности. Приведены результаты компьютерного моделирования, а также лабораторных исследований, показывающие принципиальную возможность выделения на приемном устройстве амплитудных флуктуаций, вызванных движением подводного объекта в созданном интерференционном поле. Представлена модель адаптивного компенсатора помех, а также приведены результаты натурных экспериментальных исследований, которые показывают, что предлагаемый компенсатор позволяет подавить помеху, вызванную отражением высокочастотного сигнала от взволнованной поверхности на приемном устройстве и выделить амплитудные флуктуации, вызванные движением пловца. Показана эффективность снижения среднеквадратической ошибки помехи на измерительном приемном устройстве после адаптивного компенсатора, а также предложена схема обнаружителя движущегося подводного объекта.

20.06-01.216 Экологическая безопасность при авариях на морской составляющей мультимодальной трубопроводной системы. *Кожеев Д.Ф., Поляков А.С., Скорыходов Д.А., Каминский В.Ю., Стариченков А.Л.* *Морские интеллектуальные технологии.* 2020. 1, № 2, с. 188-196. Рус.

Для трубопроводов, проложенных под водой, опасными являются следующие факторы пожара: тепловое излучение при факельном горении природного газа над поверхностью моря, избыточное давление и импульс волны давления при сгорании газопаровоздушной смеси, а также расширяющиеся продукты сгорания при реализации пожара-вспышки газопаровоздушной смеси. При этом рассмотрены особенности газового конденсата и моноэтиленгликоля. Выполнена оценка пожарных рисков и составлен перечень исходных данных для их расчетов. Описана последовательность развития аварии. При построении дерева событий учтена глубина подводного размещения трубопровода. При проведении анализа риска использованы четыре сценария выхода природного газа на поверхность. Определена величина потенциального пожарного риска в определенной точке трассы трубопровода. Выполнена оценка воздействия поражающих факторов при авариях на шлангокабеле и на трубопроводе. Рассмотрены нестабильные динамические явления, сопровождающие аварию на морском трубопроводе: в начальный период воздействия ударной волны, выбросе воды на палубу судна и пожароопасного воздушного шлейфа над поверхностью моря. В начальной стадии аварии, когда газ вытекает из разрыва в виде мощной звуковой струи, на поверхности воды должен наблюдаться интенсивный газовый выброс, обрамленный отдельными струями и брызгами, которые могут достигать высоты 50 м и более. Длительность этой стадии составит 2—2,5 мин. Темп поступления газа в атмосферу остается примерно постоянным. После окончания стадии звукового истечения газовая струя все еще остается достаточно интенсивной, и, из-за относительно малой глубины, реализуется так называемый «режим мелкой воды». При этом на поверхности акватории должен наблюдаться газовойдяной султан высотой 5—10 м. На более поздних стадиях, когда образуется «пузырьковый шлейф», в месте аварии обнаруживается заметное возмущение свободной поверхности воды с отдельными брызгами и выходом газа в виде достаточно крупных пузырей. Интенсивность данного «пузырькового шлейфа» уменьшается с течением времени. Процесс выхода газа прекращается спустя 3—4 часа после момента начала аварии.

20.06-01.217 Динамика подводного вала песчаного берега под воздействием штормового волнения по данным мониторинговых наблюдений. *Корзинин Д.В., Штремель М.Н.* *Мор. гидрофиз. ж.* 2020. 36, № 4, с. 424-436. Рус.

Цель. Морфодинамическая система аккумулятивного песчаного берега может включать один или несколько подводных валов. Положение и форма подводного вала могут отражать как сезонные изменения берегового профиля, так и однопольные смещения вала к берегу и от берега. Определение характера смещения подводного вала под воздействием тех или иных волн позволит выявить закономерности разнонаправленного переноса прибрежно-морских осадков вдоль берегового профиля. Методы и результаты. Проанализированы результаты натурных наблюдений за морфодинамикой участка песчаного берега Балтийской косы протяженностью 600 м. В период с мая по ноябрь 2019 г. проведена серия измерений рельефа береговой зоны. Полученные данные анализировались в совокупности с параметрами волнового режима (использовались данные реанализа ERA5). Береговой профиль исследуемого участка осложнен внешним подводным валом с положением гребня на глубине 2,65 м и внутренним валом, имеющим в плане серповидную форму. Выводы. Анализ смещения внешнего подводного вала за указанный период показал, что данная форма имеет двумерный характер морфодинамики, т.е. одинаковые морфометрические характеристики вдоль берега. Выявлено, что гребень подводного вала располагается на глубинах, близких к глубине обрушения волн последнего относительно сильного и продолжительного по времени волнения. На основе этого положения и имеющихся литературных данных о связи между высотой волны и динамикой гребня подводных валов

описано смещение внешнего подводного вала в сторону берега, зафиксированное за период наблюдений. С помощью натуральных данных показано, что на морфодинамику подводного вала влияет продолжительность отдельных волнений и разница между волновыми параметрами следующих один за другим штормов.

20.06-01.218 Об адиабатическом распространении звука в мелком море с изогнутым подводным каньоном. *Казак М.С., Петров П.С. Акустический журнал.* 2020. 66, № 6, с. 613-621. Рус.

Рассматривается модельная задача о распространении звука в мелком море с изогнутым подводным каньоном. Каньон представляет собой кольцевидную неоднородность дна, наличие которой ведет к фокусировке звуковых волн в области над каньоном. Эта фокусировка является проявлением эффекта горизонтальной рефракции звука. В работе описана методика расчета акустического поля для волновода с неоднородностью такого типа, а также исследована геометрия горизонтальных лучей, захваченных каньоном. Методика основана на разделении переменных в уравнениях для модовых амплитуд и представлении решения в виде двойного ряда. Она имеет весьма общий характер и может быть использована для расчетов поля в любой задаче, где волновод имеет вращательную симметрию. Кроме того, установлено, какие члены этого ряда соответствуют горизонтальным лучам, сфокусированным над каньоном. Ключевые слова: акустика мелкого моря, горизонтальная рефракция, подводный каньон. DOI: 10.31857/S0320791920060040.

Взаимодействие звука с внутренними волнами и течениями

20.06-01.219 Система обработки гидроакустической информации. *Бачило С.А., Карпенко Л.Ф., Прасолов Ю.Н., Черницер В.Н. Прикладная акустика. Междугосударственный тематический научный сборник. Том 10.* Таганрог: Таганрогский радиотехнический ин-т имени В.Д. Калмыкова. 1983, с. 146-150. Рус.

20.06-01.220 Дальние поля внутренних гравитационных волн от нелокальных источников возмущений. *Булатов В.В., Владимиров Ю.В. Процессы в геосредах.* 2020, № 3, <http://journal.geomediacentr.ru/pgm-3-25-2020-2>. Рус.

Рассмотрена задача о дальних полях внутренних гравитационных волн, генерируемых движущимся нелокальным источником возмущений. Интегральное представление решения имеет вид суммы волновых мод. Изучены характеристики соответствующих дисперсионных соотношений, определяющих поведение дальних волновых полей. Получены асимптотики решений для отдельных волновых мод, позволяющие рассчитывать волновые поля вдали от произвольных нелокальных источников возмущений.

20.06-01.221 Вероятностные характеристики интенсивных короткопериодных внутренних волн в Японском море. *Кокорулина М.В., Куркина О.Е., Рувинская Е.А., Куркин А.А. Мор. гидрофиз. ж.* 2020. 36, № 5, с. 545-558. Рус.

Цель. Работа посвящена исследованию региональных особенностей поля внутренних волн в Японском море (залив Петра Великого) на основе натуральных данных — определению статистических характеристик внутреннего волнения, которые могут быть использованы для прогнозирования возможности генерации волн экстремальных амплитуд. Методы и результаты. В качестве исходных данных для анализа использовались записи изменчивости температуры воды в заливе Петра Великого, полученные за период 11–20 октября 2011 г. (глубина в точке замеров 42 м). Частота дискретизации записи составляет 1 с и позволяет анализировать форму короткопериодных внутренних волн. Используются также данные о вертикальном распределении солёности вблизи точки измерений. Закон спада спектра плотности мощности исследуемой записи хорошо описывается моделью Гаррета—Манка для исследуемой зоны Японского моря. Рассчитанные временные ряды плотности использованы для получения основных статистических характеристик, в том числе статистических моментов. Наряду с

моментными характеристиками были определены параметры волн, такие как высоты волн, периоды, крутизна и амплитуда волнового склона. Построены и проанализированы распределения ординат волн, высот волн, периодов и других характеристик волнения. С помощью пуассоновской статистики дан прогноз ожидаемых высот волн. Выводы. Показано, что исследуемые вероятностные характеристики внутренних волн хорошо описываются логнормальным распределением. На основании распределений повторяемости высот внутренних волн оценены вероятности появления интенсивных возмущений. Показано, что в течение 10 дней гарантированно появляется короткопериодная волна высотой не менее 7 м при глубине моря в точке наблюдений 42 м.

Статистическая гидроакустика

20.06-01.222 Использование методов нелинейной акустики в современных гидролокационных технологиях. *Воронин В.А., Тарасов С.П., Тимошенко В.И. Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы юбилейной научно-технической конференции «Проблемы прикладной гидроакустики». №2(46).* Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2005, с. 51-56. Рус.

Тенденции развития гидроакустики показывают, что используемые методы и средства гидроакустической локации постепенно достигают потенциально возможных пределов. При самых широких возможностях цифровой техники, компьютерных технологий в плане обработки информации, ее хранения и принятия решений невозможно получить на выходе системы больше информации, чем заложено в гидроакустическом канале, представляющем собой совокупность излучающей и приемной антенн и среды распространения сигналов. Информативность гидроакустического канала можно увеличить путем использования новых типов сигналов, совершенствования методов излучения, более полного использования потенциала, заложенного в амплитудных, частотных и фазовых характеристиках. Перспективным инструментом для решения ряда специфических задач гидроакустики представляются параметрические излучающие антенны, принцип действия которых основан на нелинейном взаимодействии акустических волн при распространении. Применение параметрических антенн в гидроакустической аппаратуре позволяет за счет их широкополосности, высокой направленности, низкого уровня бокового поля существенно увеличить отношение сигнал/помеха в сложной помеховой обстановке, повысить информативность и точность при обнаружении и определении координат подводных объектов, получить дополнительные признаки для распознавания.

20.06-01.223 Системотехнический подход к построению интегрированной информационной системы управления процессом проектирования и испытаний сложных электронных комплексов. *Киселев А.А. Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы юбилейной научно-технической конференции «Проблемы прикладной гидроакустики». №2(46).* Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2005, с. 103-111. Рус.

На основе системотехнического подхода к построению автоматизированных систем управления и анализа их создания на ряде предприятий оборонной промышленности, выполняющих заказы по разработке сложных электронных комплексов, обоснована концепция интеграции различных информационно-управляющих систем процессами управления производством и раскрыта структура построения системы поддержки процессами разработки и испытаний гидроакустических систем (ГАС). Реализация предложенной концепции позволит существенно повысить производительность труда на этапах проектирования ГАС, сократить материальные и временные затраты в процессе их испытаний.

20.06-01.224 К вопросу о применимости статистических методов анализа к оценке характеристик сложных гидроакустических систем при малом объеме натуральных испытаний. *Киселев А.А. Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы юбилейной научно-технической конференции «Проблемы прикладной гидроакустики». №2(46).* Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2005, с. 124-133. Рус.

На основе анализа методов проверки соответствия требованиям ТТЗ основных характеристик сложных гидроакустических систем (ГАС) при проведении предварительных, государственных и межведомственных испытаний постановочно решается задача выбора методов обработки результатов натурных испытаний, предполагающих малый объем экспериментальных данных. Рассматривается структура методики оценки эффективности применения различных методов обработки результатов натурных испытаний ГАС. Показано, что в современных условиях внедрение в практику натурных испытаний ГАС методов обработки результатов, имеющих малый объем экспериментальных данных, обеспечит существенное снижение финансовых и материальных затрат без снижения качества оценки результатов. Создание современного гидроакустического вооружения для надводных кораблей, относящегося к классу сложных гидроакустических систем (ГАС), представляет собой трудоемкий процесс, включающий в себя ряд этапов, связанных с их проектированием, изготовлением и испытанием. Новые требования к решению ГАС задают по назначению, внедрение новых принципов их построения и новых технологий при их создании выдвигают необходимость совершенствования и системы оценок соответствия их тактико-технических характеристик (ТТХ) заданным, а также эффективности их функционирования в сложной сигнально-помеховой обстановке.

20.06-01.225 Модель параметрической гидролокации для случая статистически неоднородной среды. *Старченко И.Б., Тимошенко В.И. Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы юбилейной научно-технической конференции «Проблемы прикладной гидроакустики». №2(46).* Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2005, с. 134-138. Рус.

Рассмотрение работы параметрических антенн в составе гидроакустического комплекса для целей дистанционного зондирования водной среды необходимо проводить с учетом вероятностных характеристик гидроакустических сигналов. В этом случае особую важность приобретает моделирование процессов распространения звука, т.к. проведение экспериментов в натурных условиях не всегда возможно и имеет определенные ограничения. В то же время кафедра электрогидроакустической и медицинской техники Таганрогского государственного радиотехнического университета неоднократно являлась участником различных океанских экспедиций, что дало возможность накопления огромного количества экспериментального материала, который может быть использован для проверки адекватности моделей.

20.06-01.226 Система расчета пространственной структуры и параметров гидроакустического поля. *Василенко А.М., Пятакович Н.В., Пурденко А.П., Филиппова А.В., Филиппов Е.Г. Морские интеллектуальные технологии.* 2019. 2, № 4, с. 213-224. Рус.

Приводятся результаты очередного этапа научных исследований авторов по вопросу создания системы мониторинга морских акваторий на основе разработок нелинейной просветной гидроакустики и нейросетевых технологий распознавания образов объектов. Рассматривается структура, аналитические свойства и функциональные возможности информационно-аналитической системы расчета пространственной структуры и параметров гидроакустического поля на протяженных трассах с переменными характеристиками среды и ее границ. Проведена оценка достоверности результатов программы расчета характеристик морской среды, как основного элемента структуры информационно-аналитической системы. Получены результаты расчетов характеристик морской среды при прохождении циклонического вихря. На примере района юго-восточной части п-ова Камчатка, проиллюстрирован алгоритм выбора потенциально места установки глубоководной приемной системы. Смоделированы условия распространения звука на дистанциях 500 км, показано влияние сложного рельефа дна и различных глубин расположения источника звука на условия приема гидроакустических сигналов.

Лучевое распространение звука в океане

См. 20.06-01.219

Гибридные и асимптотические теории

См. 20.06-01.222

Объемное рассеяние

См. 20.06-01.212

Обратное рассеяние, эхо, реверберация на комбинациях границ

20.06-01.227 Пространственно-временная обработка сигналов в исследованиях и разработках кафедры теоретических основ радиотехники ТРТУ. *Федосов В.И. Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы юбилейной научно-технической конференции «Проблемы прикладной гидроакустики». №2(46).* Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2005, с. 161-163. Рус.

В 1974 году в ТРТУ в сотрудничестве с предприятиями и организациями Таганрога начались работы по исследованию пространственных свойств морской реверберации. Были организованы морские экспедиции, при подготовке которых ставилась цель определить степень пространственной корреляции донной реверберации в вертикальной плоскости при наклонном зондировании поверхности дна короткими импульсами (с малым импульсным объемом). При этом также исследовалась пространственная корреляция объемной и поверхностной реверберации.

20.06-01.228 Излучение вторичных звуковых волн поверхностью жидкости, контактирующей с газообразной средой. *Легуша Ф.Ф., Клобина К.А., Никущенко Д.В., Рытов Е.Ю. Морские интеллектуальные технологии.* 2018. 2, № 1, с. 109-113. Рус.

Решена задача о взаимодействии плоской звуковой волны, распространяющейся в жидкости, с бесконечной поверхностью, контактирующей с газообразной средой. Показано, что в случае контакта вязких и теплопроводных сред возникает дополнительное излучение звука в газообразную среду. Это является следствием того, что при взаимодействии звуковой волны с поверхностью в газе возникает неоднородная тепловая волна, которая за счет термоакустического эффекта генерирует в газ вторичную звуковую волну. Амплитуда колебательной скорости вторичной волны U_{2T} растет пропорционально \sqrt{f} , где f — частота волны. В диапазоне частот от 100 Гц до 10,0 кГц выполняется неравенство $U_{2T} > U_{m2}$, где U_{m2} — амплитуда прошедшей волны при классическом взаимодействии звуковой волны с границей. Механизм возбуждения вторичных звуковых волн, рассмотренный нами в этой работе, отличается от процесса аномального излучения на очень низких частотах через границу вода—воздух, теоретическое описание которого сделал О.А. Годин.

20.06-01.229 Формирование акустического пограничного слоя при взаимодействии стоячей звуковой волны с поверхностью твердого тела. *Легуша Ф.Ф., Чижов Г.В. Морские интеллектуальные технологии.* 2018. 2, № 1, с. 114-118. Рус.

Исследуются особенности формирования акустического пограничного слоя (АПС) вблизи поверхности твердого тела, с которой взаимодействует стоячая звуковая волна. Показано, что в ламинарном АПС, который формируется в результате взаимодействия бегущей звуковой волны с поверхностью тела, плотность локальных тепловых потоков, вызванных затуханием неоднородных вязких волн, становится переменной по поверхности твердого тела. Кроме того, в этом случае в пристеночном слое газа возбуждаются акустические течения Шлихтинга. Вихри Шлихтинга могут существовать за счет энергии, отбираемой у стоячей звуковой волны. Таким образом, вблизи поверхности твердого тела в стоячей звуковой волне возникает дополнительный диссипативный процесс. Этот тип диссипативного процесса отсутствует в ламинарном АПС. Для того, чтобы различать условия формирования пограничных слоев, будем называть слой, возникающий при взаимодействии стоячей звуковой волны с твердой поверхностью, вихревым АПС. В работе также сформулированы требования к экспериментальной

установке и выбран метод акустических измерений исследуемого процесса. Ключевые слова: движущаяся звуковая волна, стоячая звуковая волна, вязкая волна, тепловая волна, вихрь Шлихтинга, диссипация энергии, коэффициент пространственного затухания, акустические измерения, резонансный метод.

См. также 20.06-01.71, 20.06-01.212

Рассеяние на шероховатой поверхности

См. 20.06-01.93

Подводные приложения нелинейной акустики, взрывы

20.06-01.230 О вероятностных распределениях римановой волны и интеграла от нее. *Гурбатов С.Н., Пелиновский Е.Н. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки.* 2020. 493, № 1, с. 18-22. Рус.

Исследуются статистические характеристики римановой волны и интеграла от нее. Такие задачи возникают в физике распространения фронтов, в частности, при накате водяного вала на берег, фронта пламени и фазовых поверхностей. С использованием связи лагранжева и эйлерова статистического описания получены общие выражения для вероятностных распределений скорости движения фронта и его смещения. Показано, что для нахождения вероятностного распределения смещения необходимо знать совместное вероятностное распределение смещения, скорости и ускорения на входе нелинейной среды. С использованием идеи о вероятности как времени нахождения сигнала в определенном интервале рассчитаны характеристики волн после обрушения.

Акустика морских осадков, ледяного покрова, подводная сейсмоакустика

20.06-01.231 Использование гидролокатора бокового обзора со сложным сигналом для решения задач прикладной гидроакустики. *Воронин В.А., Тарасов С.П. Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы юбилейной научно-технической конференции «Проблемы прикладной гидроакустики». №2(46).* Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2005, с. 65-69. Рус.

Обеспечение решения широкого круга оборонных и хозяйственных задач, обеспечение безопасности судоходства, решения задач поиска и мониторинга инженерных сооружений, таких как коллекторы очистных сооружений, сваи причальных сооружений и их остатки, затопленные плавсредства и отходы промышленных предприятий, связаны с созданием современных гидролокационных.

20.06-01.232 Боевая информационная интегрированная система освещения внешней обстановки. Основные принципы построения. *Кичёв В.С. Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы юбилейной научно-технической конференции «Проблемы прикладной гидроакустики». №2(46).* Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2005, с. 70-72, 78. Рус.

Отечественными предприятиями ФГУП «ЦКБ МТ «Рубин», ФГУП «ЦНИИ «Морфизприбор», ФГУП «СПМБМ «Малахит», НПО «Аврора» и др., являющимися ведущими предприятиями в области проектирования ПЛ и создания их радиоэлектронного вооружения в последние годы существенно активизировали работы по созданию АСУ ПЛ. Активизация направления разработки АСУ обусловлена, прежде всего, созданием в России вычислительных комплексов на SPARC-платформе, позволяющих уже в настоящее время, используя научно-технический, алгоритмический задел и задел в области программного обеспечения, приступить к созданию интегрированных многофункциональных АСУ. Особую актуальность создание таких средств имеет для дизель-электрических ПЛ малого водоизмещения.

20.06-01.233 Реализация средств нелинейной гидроакустики с учетом влияния неоднородностей среды. *Кириченко И.А. Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы юбилейной научно-технической конферен-*

ции «Проблемы прикладной гидроакустики». №2(46). Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2005, с. 121-124. Рус.

Акустические волны в водах океана рассеиваются на дискретных препятствиях. Это разнообразные подводные неоднородности, объем каждой из которых четко очерчен, а на границах препятствия акустические свойства среды изменяются скачком. Как пузырьки воздуха, так и живые организмы неоднородно распределены по глубине океана. Пузырьки воздуха находятся непосредственно под поверхностью воды и образуют слой толщиной 20—30 м. Поле, рассеянное слоем этих пузырьков, практически неотделимо от поля, рассеянного неровностями поверхности. В процессе работы с параметрическими антеннами было выявлено, что в зависимости от назначения параметрического прибора в электронной схеме формирования могут быть использованы: амплитудно-модулированные колебания, двухполосные сигналы, варьруемая система независимых генераторов, частотно-модулированные сигналы, линейно-частотно-модулированные колебания.

20.06-01.234 О принципах сейсмоакустического изучения палеоструктур морского дна прибрежной зоны (на примере Голубой бухты). *Брежневский А.Л., Клоев М.С., Сажнева А.Э., Шрейдер А.А., Зверев А.С. Процессы в геосредах.* 2020, № 3, <http://journal.geomediacentr.ru/pgm-3-25-2020-2>. Рус.

Рассматриваются принципы сейсмоакустического обнаружения и изучения палеоструктур прибрежной морской зоны. Предлагается использовать метод широкополосного сейсмоакустического зондирования с варьруемой диаграммой направленности и применением высокоточной морской GPS навигации. Разработаны подходы к проблеме сейсмоакустического обнаружения и изучения донных палеоструктур. Описана аппаратура для практической реализации рассматриваемых методов и подходов. Представлены результаты их применения для изучения палеоструктур реки Ашамба в Голубой бухте вблизи г. Геленджик. Проведен анализ и картографирование выявленных донных палеоструктур.

20.06-01.235 Исследование поля гидроакустического излучателя под слоем льда. *Лобова Т.Ж., Сюань Линьлинь, Короченцев В.И., Грищенко В.В. Морские интеллектуальные технологии.* 2019. 3, № 1, с. 139-144. Рус.

Статья посвящена теоретическим проблемам расчета исследовательских, рыбопоисковых, гидроакустических приборов для подводных и надводных судов и подводных аппаратов. Как правило, анализ антенн их работы, действия, сводится к решению волновых уравнений (уравнений Гельмгольца), которые при соответствующих граничных условиях позволяют свести к устойчивым алгоритмам. Такой подход к расчету антенн приводит к сложности восприятия единого алгоритма разработки теории антенн. Специалистам в таком случае приходится применять разные методики расчета для одной практической задачи — разработки оптимальной конструкции направленной системы. В настоящей статье рассмотрен математический алгоритм, основанный на теории функций Грина, который позволяет значительно сократить время расчета на компьютере средней мощности. Для иллюстрации удобства такого метода расчета приводится поле ненаправленного источника. Показано, что предложенный алгоритм можно использовать для анализа поля точечного излучателя.

20.06-01.236 К анализу спектральных характеристик сейсмических сигналов движущихся источников. *Заславский Ю.М., Заславский В.Ю. Ученые записки физического ф-та МГУ.* 2020, № 3, с. 2030301_1-2030301_8. Рус.

Теоретически анализируются текущие спектры сейсмических сигналов, создаваемых движущимся источником и регистрируемых датчиком, установленным на поверхности грунта вблизи трассы. Используется двумерное представление спектральной плотности мощности сигнала в виде функции двух аргументов: координата источника—частота. На иллюстрациях демонстрируются рельефы, описывающие спектральную плотность сейсмического сигнала, регистрируемого при различных скоростях движения источника. Обсуждаются особенности кривой смены уровня сигнала при движении источника, а также характера двумерного рельефа, изображающего текущую спектральную

плотность, в зависимости от соотношения параметров осадочной толщи: верхнего слоя и подстилающего полупространства. Показана возможность оценки скорости и определения направления движения источника на основе регистрации одиночным приемником.

20.06-01.237 Резонансное возбуждение короткопериодных внутренних волн баротропными сейшми в покрытом льдом мелководном озере. Здоровеннова Г.Э., Ефремов Т.В., Гавриленко Г.Г., Терзевик А.Ю. Мор. гидрофиз. ж. 2020. 36, № 4, с. 407-423. Рус.

Цель. Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что процессы теплопереноса в покрытых льдом мелководных озерах не сводятся лишь к молекулярному уровню и, несмотря на их относительно низкую интенсивность, в основном определяются перемежающейся турбулентностью, природа и механизм генерации которой изучены недостаточно. В работе рассматривается один из таких механизмов, связанный с резонансным возбуждением коротких внутренних волн баротропными сейшми. Методы и результаты. В качестве экспериментальной базы использовались данные зимних измерений температуры в мелководном озере. Анализ динамики температурных профилей в первые недели после ледостава выявил аномально высокие значения эффективного коэффициента температуропроводности. В спектрах температурных пульсаций явно прослеживался пик, соответствующий основной моде баротропных сейш. Существенная неоднородность амплитуды температурных пульсаций по глубине, противозональные колебания в соседних слоях указывали на присутствие внутренних волн. Предложен механизм переноса энергии от баротропных сейш к внутренним волнам, аналогичный «конверсии приливов» (tidal conversion) в океанологии. В результате получены оценки для потока энергии, скорости диссипации и эффективного коэффициента температуропроводности. Выводы. Внутренние волны могут играть существенную роль в процессах перемешивания и переноса тепла в покрытых льдом озерах. При этом баротропные сейши, возникающие при атмосферных барических возмущениях, играют роль промежуточного энергетического резервуара и способны порождать короткие внутренние волны в результате резонансного взаимодействия с донной топографией. Интенсивность внутренних волн существенно зависит от амплитуды баротропных сейш, частоты Брента–Вайсяля и особенностей рельефа дна.

Подводные шумы, механизмы генерации и характеристики полей

20.06-01.238 Экспериментальные исследования возможности регистрации шумоизлучения морского объекта в неблагоприятных гидрологических условиях при использовании адаптивной фильтрации помех. Виктор Р.В., Дягилев М.В., Крутько А.В. Морские интеллектуальные технологии. 2020. 2, № 1, с. 223-229. Рус.

При всплытии подводного объекта, особенно в неблагоприятных гидроакустических условиях не обеспечивается его безопасность от столкновения с морскими целями. Показано, что для решения этой проблемы возможно применение в типовой тракте гидроакустической системы обнаружения использование линейного фильтра Калмана. Представлены результаты имитационного моделирования показывающие принципиальную возможность регистрации малозумных объектов в неблагоприятных условиях, при обеспечении всплытия подводного объекта. Приведены результаты морских экспериментальных исследований, которые показывают, что применение в гидроакустическом тракте обнаружения линейного фильтра Калмана позволяет подавить фоновую помеху моря, гидродинамические шумы и шумы дальнего судоходства на приемном устройстве и выделить сигналы шумоизлучения морского объекта при низких входных отношениях сигнал/помеха. Показано, что применение в тракте обработки адаптивного фильтра Калмана позволяет повысить выходное отношение сигнал/помеха, а также существенно увеличить время наблюдения за надводным объектом.

20.06-01.239 Регистрация частотного спектра пристеночных турбулентных давлений на фоне акустиче-

ского шума. Кудашев Е.Б., Яблоник Л.Р. Акустический журнал. 2020. 66, № 6, с. 632-637. Рус.

Рассматривается задача регистрации спектральных компонент частотного спектра пристеночных турбулентных давлений в условиях воздействия акустических шумов. Предложенный ранее метод измерений пульсаций давления на фоне акустических помех основан на использовании двухэлементного преобразователя давлений, осуществляющего волновую фильтрацию измеряемого поля турбулентных пульсаций. В работе аналитически исследованы волновые свойства двухэлементного преобразователя в поле турбулентных давлений. Показано, что при надлежащем выборе характеристик предлагаемый приемник пульсаций давления в силу своих волновых свойств способен отсекают вклад акустической помехи в результаты измерений. Установлены параметры и соотношения, определяющие условия эффективности подавления акустической помехи. Ключевые слова: пристеночные пульсации давления, шумы обтекания, частотно-волновые спектры, акустические помехи, волновая фильтрация пульсаций давления. DOI: 10.31857/S032079192005007X.

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

20.06-01.240 К вопросу дистанционного определения импеданса границ раздела. Куценко А.Н. Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы юбилейной научнотехнической конференции «Проблемы прикладной гидроакустики». №2(46). Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2005, с. 96-99. Рус.

Знание акустического импеданса границы раздела весьма важно при решении различного рода задач гидроакустики.

20.06-01.241 Модель параметрической антенны для морской среды с изменяющимся параметром нелинейности. Борисов С.А., Раскита М.А. Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы юбилейной научнотехнической конференции «Проблемы прикладной гидроакустики». №2(46). Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2005, с. 111-114. Рус.

Предложена расчетная модель параметрической антенны, учитывающая пространственную изменчивость параметра нелинейности. В отличие от модели [Воронин В.А., Коновалова С.С., Куценко Т.Н., Тарасов С.П. Модель расчёта характеристик параметрической антенны в приповерхностном слое моря // Известия ТРТУ. Тематический выпуск «Нелинейные акустические системы НЕЛАКС-2003». Материалы научнотехнической конференции. Таганрог, 2003. №6 (35). С. 111], в основе которой лежит принцип аппроксимации функциональной зависимости параметра нелинейности от координаты ступенчатой функции и соответствующего суммирования амплитуд звуковых давлений, создаваемых отдельными парциальными параметрическими антеннами (со своими парциальными постоянными коэффициентами нелинейности), данная модель получена непосредственно из уравнения ХЗК с переменным параметром нелинейности. Решение уравнения ХЗК находилось для круглого гауссова звукового пучка по той же технологии (с преобразованиями Фурье-Бесселя), что и для случая с постоянным параметром нелинейности.

20.06-01.242 Модель параметрической антенны для среды с изменяющимся параметром нелинейности и затуханием звука. Раскита М.А. Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы юбилейной научнотехнической конференции «Проблемы прикладной гидроакустики». №2(46). Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2005, с. 118-121. Рус.

В работе [Борисов С.А., Раскита М.А. см. с. 111-114] исследовалось влияние изменяющегося параметра нелинейности морской воды на характеристики параметрических антенн (ПА). В результате работы была представлена модель расчёта характеристик ПА в условиях изменяющегося параметра нелинейности. Некоторая упрощённость модели заключалась в предположении о постоянстве таких характеристик среды, как плотность, скорость и затухание звука. В настоящей работе осуществляется учёт не только изменяющегося параметра нелинейности морской воды, но и коэффициента затухания звука.

Предполагается, что изменения обоих параметров предопределены одним условием — существованием приповерхностного слоя пузырьков, влияние которого на характеристики ПА необходимо учитывать при зондировании морской среды.

20.06-01.243 Пеленгование гидролокационных целей в зоне Френеля. Магозин Г.М., Ершова О.В. Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы юбилейной научно-технической конференции «Проблемы прикладной гидроакустики». №2(46). Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2005, с. 166-171. Рус.

Сочетание требований, предъявляемых к главным метрологическим характеристикам современных многолучевых эхолотов, таковы, что эти средства должны работать внутри зоны Френеля, причем достаточно далеко от ее внешней границы, т.е. при дальностях, значительно меньших, чем расстояние до границы дальней зоны (зоны Фраунгофера). Анализ паспортных данных эхолотов таких известных фирм, как Simrad, Reason, Atlas Marine Electronics и др. показал, что около 35% из этих эхолотов имеют наименьшие значения рабочей наклонной дальности в 3–5 раз меньше, чем расстояние до границы дальней зоны, около 60% — в 5–20 раз меньше последнего. Приблизительно для 80% таких эхолотов наименьшая рабочая глубина в 5–20 раз меньше расстояния до границы дальней зоны. Аналогичная ситуация имеет место и для гидролокаторов бокового обзора, предназначенных для поиска таких объектов, как фрагменты потерпевших аварию летательных аппаратов, их "черных ящиков донных мин, контейнеров с ценными или опасными веществами, трубопроводов и т.п. В задачу поиска таких объектов обычно входит сближение с обнаруженной целью до дистанции, необходимой для ее доклассификации, уточнения расположения и т.п. Эта дистанция практически всегда оказывается значительно меньше, чем расстояние до границы дальней зоны. Однако при наличии нескольких целей, попадающих внутрь диаграммы направленности, может при фазовом методе пеленгования появиться неоднозначность пеленгования. Более подробное рассмотрение этого вопроса выходит за рамки настоящей работы.

20.06-01.244 Математическая модель имитатора устройств гидролокации. Недоступ А.А., Ражев А.О. Морские интеллектуальные технологии. 2018. 4, № 4, с. 283-286. Рус.

Тренажерные комплексы широко используются в различных отраслях промышленности, в том числе и морских. В состав тренажерного комплекса входят модули имитации различного гидроакустического оборудования такого, как гидролокатор, эхолот, траловый зонд и др. При создании имитатора гидроакустического оборудования основной задачей является выбор адекватной математической модели, соответствующей необходимой точности имитации. Целью данной статьи является описание достаточно точной математической модели для задач имитации навигационного и рыбопоискового оборудования. В процессе гидролокации приемник гидролокатора улавливает результирующий звук, одновременно генерируемый несколькими источниками и отражаемый от нескольких целей и препятствий, которые можно разделить на точечные и диффузионные. В статье рассмотрена математическая гидроакустическая модель при прямолинейном распространении акустических волн, исходящих от источника и приходящих в приемник, показаны зависимости мощности сигналов от времени, полученные в результате натурного и численных экспериментов.

20.06-01.245 Перспективные методы решения научной проблемы классификации целей нейросетевой экспертной системой при мониторинге морской обстановки. Пятакович В.А., Василенко А.М., Рычкова В.Ф. Морские интеллектуальные технологии. 2018. 5, № 4, с. 139-147. Рус.

Приводятся результаты очередного этапа научных исследований авторов по созданию интеллектуальной системы морского мониторинга с привлечением аппарата нечеткой логики и комбинированных нейронных сетей для решения задач обнаружения и классификации морских целей. Авторы анализируют комплекс вопросов, возникающих при моделировании процесса распространения звука в морской среде предполагая,

что применение имитационного моделирования информационной ситуации, возникающей в момент обнаружения объекта, и методов нечеткой логики позволит сформировать выборку с необходимым количеством данных для обучения нейронных сетей, используемых в разрабатываемой интеллектуальной системе мониторинга полей различной физической природы в морской среде. Реализация разрабатываемого комплекса вычислительных операций нейронных сетей на многопроцессорных нейроподобных сверхбольших интегральных схемах в виде нейросетевой экспертной системы для распознавания и классификации измеряемых информационных полей морских объектов системой мониторинга морских акваторий, обеспечит возможность решения многофункциональных задач морской науки и оборонного комплекса государства. Введение. Решение задач классификации морских объектов на предельных дальностях, несмотря на продолжительные исследования в этой области, по-прежнему остаются актуальными. Причина в том, что традиционные системы распознавания неспособны эффективно использовать ресурсы, предоставляемые новыми технологиями, так как они разрабатывались при помощи инструментария предыдущего поколения. В упрощенном виде процесс нейросетевой (нейроклассификации) можно представить следующим образом: сигнал от шумящего объекта воспринимается гидроакустической антенной, усиливается и поступает на устройство первичной обработки информации, в котором производится подготовка данных для проведения классификации. Окончательное распознавание (классификацию) можно произвести, используя различные представления сигналов. Мы полагаем, что применение имитационного моделирования информационной ситуации, возникающей в момент обнаружения объекта, и методов нечеткой логики позволит сформировать выборку с необходимым количеством данных для обучения нейронных сетей системы мониторинга полей различной физической природы в морской среде. Подчеркнем: эффективность процесса обучения и способность сетей решать поставленные перед ними проблемы во время эксплуатации, например, классифицировать источники физических полей при мониторинге акваторий, целиком зависит от сформированных обучающих выборок.

20.06-01.246 Система классификации морских целей на базе нейросетевых технологий. Пятакович В.А. Морские интеллектуальные технологии. 2018. 5, № 4, с. 169-175. Рус.

Представлена система обнаружения и классификации морских целей, содержащая сформированную в морской среде рабочую зону нелинейного взаимодействия и параметрического преобразования волн накачки и информационных волн. Приводится схема ее работы. Перспективы рассматриваемого подхода решения поставленной задачи состоят в том, что можно принимать правильные решения в условиях неполной и нечеткой входной информации об идентифицируемом объекте. Предлагаемая к обсуждению система промышленно применима, так как для ее создания используются распространенные компоненты и изделия радиотехнической промышленности и вычислительной техники. Реализация разрабатываемого комплекса вычислительных операций нейронных сетей на многопроцессорных нейроподобных сверхбольших интегральных схемах в виде нейросетевой экспертной системы для распознавания и классификации измеряемых информационных полей морских объектов системой мониторинга морских акваторий, обеспечит возможность решения многофункциональных задач морской науки и оборонного комплекса государства. Заключение. Обнаружив цель по признакам амплитудно-фазовой модуляции низкочастотных сигналов накачки морской среды излучениями и полями объекта и используя оперативно обновляемую библиотеку математически обработанных образов спектрограмм морских целей, а также архитектуру распознающей нейронной сети в виде трехслойного перцептрона, можно в автоматизированном режиме распознавать класс цели по амплитудно-частотным характеристикам и делать вывод о степени принадлежности исследуемой области спектра объекту классификации.

20.06-01.247 Нейронные сети как вариант вычислительной структуры системы классификации морских целей. Пятакович В.А., Рычкова В.Ф., Филиппов Е.Г. Морские интеллектуальные технологии. 2020. 2, № 1, с. 163-

174. Рус.

Многочисленные эксперименты по обучению нейронных сетей показали, что совокупное использование алгоритма локальной оптимизации, процедуры «выбывания» сети из локального минимума и процедуры увеличения числа нейронов приводят к успешному обучению нейронных сетей. Оценка адекватности результатов моделирования процесса распространения звука в морской среде выполнялась с использованием данных измерений потерь при распространении звука, полученных в ходе натурального эксперимента, на базе Центрального научно-исследовательского испытательного гидроакустического полигона. При этом использовались расчетные потери при распространении звука, полученные по апробированным программам, зарекомендовавшим себя на практике. В работе предложен метод формирования и редукции выборок, который обеспечивает сохранение в сформированной подвыборке важнейших свойств исходной выборки, не требуя при этом загрузки в память ЭВМ исходной выборки, а также многочисленных проходов исходной выборки, что позволяет сократить объем выборки и уменьшить требования к ресурсам автономного нейроклассификатора.

20.06-01.248 Расчет эффективности классификации целей интеллектуальной системой ВМФ, использующей комплекс вычислительных операций нейронных сетей. Пятакович В.А., Рычкова В.Ф., Филиппова А.В., Пятакович Н.В. *Морские интеллектуальные технологии.* 2020. 2, № 1, с. 175-185. Рус.

Рассмотрены показатели эффективности и предложена методология оценки радиогидроакустических средств при использовании их в общей структуре системы мониторинга, распознавания и классификации полей, генерируемых источниками в морской среде. Особенностью системы является привлечение аппарата нечеткой логики для решения задач классификации объектов нейросетевой экспертной системой совместно со спектральными линиями анализа приемного тракта разрабатываемой радиогидроакустической системы мониторинга морских акваторий с последующим комплексным анализом результатов в едином информационно-аналитическом центре. Результаты научных разработок авторов по данной тематике защищены патентами, изданы в виде монографий и отражены в научных статьях. Приведен расчет показателей эффективности обнаружения морской цели (надводного корабля, подводной лодки, специального морского аппарата) при различных условиях. Рассмотрены выражения показателя эффективности гидроакустических средств для различных видов функций полезности и аппроксимации характеристик обнаружения стандартным нормальным распределением. Реализация разрабатываемого комплекса вычислительных операций нейронных сетей на многопроцессорных нейроподобных сверхбольших интегральных схемах в виде нейросетевой экспертной системы для распознавания и классификации измеряемых информационных полей морских объектов системой мониторинга морских акваторий, обеспечит возможность решения многофункциональных задач морской науки и оборонного комплекса государства. Ключевые слова: классификация морских объектов, нечеткая логика, нейронные сети, гидрофизические поля, системы автоматического управления.

20.06-01.249 Оптимальные и адаптивные методы классификации гидроакустических сигналов для морских интеллектуальных систем. Пятакович В.А., Суоров А.В., Рычкова В.Ф. *Морские интеллектуальные технологии.* 2020. 2, № 1, с. 186-194. Рус.

Рассмотрены обстоятельства, обусловившие необходимость разработки принципиально новых методов и средств, основанных на подсветке среды сигналами низкой звуковой частоты, обеспечивающих обнаружение акустически слабовидимых объектов, на дальних дистанциях, которые согласно результатам их испытаний, могут быть использованы при обнаружении малозаметных объектов перспективными морскими интеллектуальными системами распознавания и классификации. Рассмотрена задача целенаправленной предобработки обучающей выборки для ускорения обучения нейронной сети. Рассмотрен метод извлечения обучающих выборок, который обеспечивает сохранение в сформированной подвыборке важнейших топологических свойств исходной выборки, не требуя при этом загруз-

ки в память электронно-вычислительной машины исходной выборки, а также многочисленных проходов исходной выборки, что позволяет сократить объем выборки и уменьшить требования к ресурсам электронно-вычислительных машин.

20.06-01.250 Адаптивная локальнооптимальная стратегия управления эксплуатацией нейросетевой системы классификации морских целей. Пятакович В.А., Пурденко А.П., Рычкова В.Ф., Филиппов Е.Г. *Морские интеллектуальные технологии.* 2020. 2, № 1, с. 195-204. Рус.

Рассмотрены задачи определения последовательности, характера и величины управляющих воздействий на состояние морского технического объекта и расчета надежности его аппаратуры, используемой в общей структуре нейросетевой экспертной системы классификации морских целей (морская система мониторинга с элементами искусственного интеллекта) при мониторинге морских акваторий. Определены локально и глобально оптимальные стратегии гарантированного управления эксплуатацией интеллектуальной автономной системы классификации морских целей. Предложена общая методика гарантированного управления эксплуатацией элементной базы аппаратуры интеллектуальной автономной системы классификации морских целей. Общая методика расчета наиболее целесообразных вариантов стратегий управления объектом, выработана на основе решения частных задач, исходя из реальных возможностей управления эксплуатацией и информационного обеспечения. Представленный в работе набор алгоритмов позволяет находить математическую модель прогнозируемого процесса по критерию гарантированного времени безотказного функционирования в ситуациях, когда неизвестны стохастические характеристики возмущающих факторов. Особенность исследуемых нами задач состоит в том, что они решаются в условиях неполной и не всегда достоверной информации.

20.06-01.251 Выставка многопозиционной маячной системы на основе траекторных измерений. Девятисильный А.С., Гриняк В.М., Шурыгин А.В., Иваненко Ю.С. *Морские интеллектуальные технологии.* 2020. 2, № 1, с. 262-267. Рус.

Рассматривается проблема построения маячной дальномерной системы наблюдения. В статье обсуждается постановка и подходы к решению двухкоординатной задачи выставки (местной координатной привязки) многопозиционной маячной системы, предназначенной для наблюдения подвижных объектов различного целевого назначения (подводных, надводных, наземных, воздушных и др.). Такого рода системы актуальны как для традиционных сфер решения навигационных задач, так и для задач наблюдения нового типа, например, навигация мобильных устройств; в статье моделируется гидроакустическая маячная система, предназначенная для позиционирования подводных аппаратов. Сформулирована математическая модель задачи выставки, основанная на уравнениях типа «состояние-измерение» и конечномерных представлениях метода наименьших квадратов. В силу исходной нелинейности задачи предлагается её линеаризация около некоторого опорного решения, характеризующего априорные представления о состоянии системы наблюдения. Особое внимание в статье уделено вопросу разрешимости задачи в трёх аспектах: принципиальной разрешимости (наблюдаемости), разрешимости в условиях инструментальных погрешностей измерений, разрешимости в условиях конечной точности вычислений. Первый аспект разрешимости интерпретируется полной ранга соответствующей системы линейных алгебраических уравнений, второй и третий — обусловленностью задачи и сходимостью итерационной процедуры оценивания. Приведены результаты численного моделирования для типичных ситуаций. Показано, что могут быть достигнуты точности выставки, достаточные для качественно-го решения широкого круга навигационных задач.

См. также 20.06-01.86, 20.06-01.112

Активные и пассивные сонарные системы, алгоритмы обработки сигналов

20.06-01.252 Классификация, распознавание и иден-

тификация объектов по гидроакустическим сигналам на основе сортировки. *Ромм Я.Е., Дордопуло А.И. Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы юбилейной научно-технической конференции «Проблемы прикладной гидроакустики». №2(46).* Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2005, с. 83-88. Рус.

Излагается метод распознавания и идентификации малоразмерных объектов по необработанным сигналам гидролокации. Существо метода основано на идентификации экстремумов входных сигналов на основе сортировки.

20.06-01.253 Мультипроцессор цифровой обработки сигналов. *Звонников М.Н., Солодовников С.В. Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы юбилейной научно-технической конференции «Проблемы прикладной гидроакустики». №2(46).* Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2005, с. 89-91. Рус.

Одним из средств повышения вычислительной мощности систем цифровой обработки сигналов является их построение в виде многопроцессорных систем. Эффективным способом построения многопроцессорной вычислительной системы цифровой обработки сигналов является объединение нескольких модулей цифровой обработки и модуля управления с помощью стандартной шины с высокой пропускной способностью. Одним из преимуществ такого построения является модернизируемость, например, увеличение производительности системы за счет добавления модулей цифровой обработки сигналов. В ОАО НКБ ВС разработан модуль цифровой обработки сигналов МЦОС6713×4, предназначенный для решения широкого спектра вычислительных задач, связанных с цифровой обработкой сигналов в реальном масштабе времени и нацеленный на использование в многопроцессорной вычислительной системе цифровой обработки сигналов.

20.06-01.254 Перспективы развития гидроакустического вооружения надводных кораблей. *Мачошин А.И. Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы юбилейной научно-технической конференции «Проблемы прикладной гидроакустики». №2(46).* Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2005, с. 114-117. Рус.

Излагаются современные требования к гидроакустическому вооружению надводных кораблей и путей их выполнения.

20.06-01.255 Полунаатурное моделирование цифрового канала передачи данных в ультразвуковом диапазоне длин волн. *Гусев С.Н., Мижлин Д.В., Мороз А.В., Сахно И.В., Шерстюк А.В. Труды МАИ. 2020, № 113, <http://trudymai.ru/published.php?ID=118128>.* Рус.

Представлено описание результатов разработки лабораторной установки для полунаатурного моделирования канала передачи данных в ультразвуковом диапазоне длин волн. Приводится структурная схема, описание цифрового приемо-передающего тракта с программной обработкой сигналов. Представлены технические характеристики установки и основы методики проведения моделирования и оценки характеристик цифровых каналов передачи данных в составе систем дистанционного зондирования различного назначения.

20.06-01.256 Интеллектуальная система нейросетевой классификации морских целей. *Василенко А.М., Пятакович В.А., Рычкова В.Ф. Морские интеллектуальные технологии. 2018. 2, № 2, с. 115-120.* Рус.

Представлены результаты исследований авторов по разработке способа и системы классификации морских технических объектов, на основе технологий искусственных нейронных сетей и методики их обучения с использованием библиотеки математически обработанных образов спектрограмм морских целей. Система должна обеспечивать обнаружение источников гидроакустических сигналов в режиме шумопеленгования, их автоматическое распознавание и классификацию по амплитудно-частотным характеристикам на основе нейросетевых технологий и оперативно обновляемой библиотеки математически обработанных образов спектрограмм морских целей. Процесс формирования информационных массивов необходим для решения двух задач, первая из которых представляет собой процесс формирования эталонных образцов, необходимых для ре-

ализации процесса обучения распознающей сети, и вторая для распознавания целей. Распознавание и классификация морских целей по признакам их полей с помощью вычислительных операций нейронных сетей позволяет ускорить процесс распознавания и повысить вероятность классификации как надводных, так и подводных целей.

20.06-01.257 Способ классификации подводных технических объектов экспертной интеллектуальной системой. *Василенко А.М., Пятакович В.А., Рычкова В.Ф. Морские интеллектуальные технологии. 2018. 2, № 2, с. 121-126.* Рус.

Представлена функциональная схема устройства измерения дальности. Способность варьировать и подбирать характеристики сигнала является важным фактором развития современных гидролокационных систем, использующих сложные методы обработки сигналов. Рассмотренные закономерности корреляционной обработки сигналов могут быть реализованы в прорисованных системах мониторинга при использовании многоканального режима приема сигналов разности фаз. При этом в качестве опорных сигналов в тракте приема и обработки могут использоваться сигналы тракта формирования и излучения, передаваемые по радиоканалу. При этом достигается более высокая разрешающая способность по дальности обнаружения, повышение помехоустойчивости по отношению к определенным типам интерферирующих сигналов, свойства которых отличаются от свойств кодированных сигналов, также имеется возможность оценки параметров сигналов, несущих информацию о дальности, скорости объектов.

20.06-01.258 О возможности определения остаточного акустического ресурса корабельных механизмов. *Щеголихин В.П., Горин С.В., Маслов В.Л., Никущенко Д.В., Сетин А.И. Морские интеллектуальные технологии. 2019. 1, № 1, с. 159-162.* Рус.

Изложена возможность расчетного определения значений остаточного акустического ресурса корабельных машин и механизмов в период их эксплуатации с использованием бортовых информационно-измерительных комплексов виброакустического самоконтроля. Представлены расчетные зависимости и изложен порядок измерения и расчета остаточного акустического ресурса. Показано, что использование данного алгоритма в составе программного обеспечения существующих и перспективных бортовых информационно-измерительных комплексов должно существенно расширить возможности виброакустического контроля корабельного оборудования, машин и механизмов за счет выявления начала деструктивных процессов и недопущения превышения уровнями спектральных составляющих своих «паспортных» значений или эксплуатационной нормы в одной или нескольких спектральных полосах частот. Работа корабельных информационно-измерительных комплексов в режиме определения остаточного акустического ресурса должна осуществляться строго на одном и том же режиме движения и работы технических средств корабля, соблюдение параметров режима должно контролироваться соборной системой управления техническими средствами. Особенно эффективно, предложенная выше, методика определения остаточного акустического ресурса будет работать в том случае, когда в бортовых информационно-измерительных комплексах предварительно реализованы алгоритм паспортизации виброакустического состояния корабельных механизмов и алгоритм выявления «акустически неисправных» механизмов в энергетических отсеках корабля.

20.06-01.259 Алгоритм выявления источников повышенной виброактивности в энергетических отсеках корабля. *Щеголихин В.П., Горин С.В., Майоров В.С., Никущенко Д.В., Сетин А.И. Морские интеллектуальные технологии. 2019. 1, № 1, с. 163-166.* Рус.

Бортовые вычислительные комплексы виброакустического контроля служат для выявления «акустически неисправных» судовых машин и механизмов. Эксплуатация бортовых комплексов в реальных условиях показала, что их показания могут искажаться наведенными уровнями вибрации и воздушного шума, создаваемыми соседними машинами и механизмами. В данной работе предлагается алгоритм выявления источников

повышенной виброактивности и шумоизлучения машин и механизмов, находящихся в отсеках корабля. Реализация данного алгоритма в составе программного обеспечения существующих бортовых информационно-измерительных комплексов виброакустического контроля существенно расширит их технические возможности в решении задач выявления машин и механизмов, вносящих основной вклад в повышенное шумоизлучение корабля. Особенно большой технический эффект от применения данного алгоритма должен проявляться при его совместном использовании с алгоритмом выявления «акустически неисправных» судовых машин и механизмов в энергетических системах корабля. При этом предполагается, что ранее в системе реализован алгоритм паспортизации виброакустического состояния машин и механизмов, в основу работы которого положена возможность автоматического сопоставления уровней «паспортного» спектра вибрации или эксплуатационной нормы в одной или нескольких спектральных полосах частот с уровнями реальных спектров, контролируемого объекта.

20.06-01.260 Имитационная модель телеуправления подводными аппаратами. *Семенов Н.Н., Шилин М.М. Морские интеллектуальные технологии.* 2019. 2, № 3, с. 163-170. Рус.

Приведено описание имитационной модели телеуправления несколькими подводными аппаратами. Модель учитывает процессы формирования и распространения в морской среде шумовых сигналов от объектов моделирования (подводных аппаратов, подводных целей, объектов слежения и др.), специфику различных алгоритмов обработки гидроакустической информации, а также кинематику движения всех объектов. Теленавигация подводных аппаратов может осуществляться как в однопунктном варианте с формированием курса по одному из нескольких методов теленавигации, так и в групповом варианте, при котором предусмотрен алгоритм комплексирования нескольких методов теленавигации с учётом условий гидроакустической совместности. С помощью данной модели телеуправления можно проводить исследование эффективности алгоритмов теленавигации подводных аппаратов в различных тактических ситуациях, оценивать влияние различных параметров как алгоритмов теленавигации так и обработки сигналов на эффективность обнаружения цели и достижения её подводными аппаратами, а также выбирать оптимальные параметры управления.

20.06-01.261 Прогнозирование временных рядов в задаче моделирования взаимодействия льда и судна, движущегося в ледовых условиях. *Костылев К.А., Городецкий Д.О. Морские интеллектуальные технологии.* 2019. 2, № 4, с. 28-32. Рус.

В ходе построения математических моделей системы взаимодействия судна и буксируемой им аппаратуры, осуществляемого на основе результатов измерений вибраций модели связанной системы «судно-трос-аппаратура» (масштаб 1:100), буксируемой в ледовом бассейне, была выявлена недостаточность продолжительности хода модели по ледовому бассейну для корректной оценки получаемых результатов. Для устранения этого противоречия был применен прием виртуального удлинения длины пробега модели путем прогнозирования временного ряда перемещений аппаратуры и судна в модуле statsmodels языка программирования Python. Построенные модели и выданные ими прогнозы достаточно хорошо передают характер колебаний системы. Полученные с их помощью результаты применимы для анализа вибраций судна с буксируемой аппаратурой во льду. Внедрение приема прогнозирования временных рядов движения моделей судна и буксируемой аппаратуры значительно расширяет возможности технологий моделирования ледовой среды при испытаниях моделей судов, что, в свою очередь, упрощает задачу проектирования методики проведения подводно-подледной сейсмоакустической разведки с использованием ледокольного судна и разработки специальных технических средств для её осуществления.

20.06-01.262 Экспериментальная проверка эффективности нелинейной обработки при подавлении импульсных помех в станции обнаружения малоразмерных объектов. *Драченко В.Н., Михнюк А.Н. Акустический журнал.* 2020. 66, № 6, с. 675-680. Рус.

Рассмотрена возможность применения метода нелинейного подавления помех в приемном тракте гидролокационной станции обнаружения малоразмерных объектов. Показана эффективность такой обработки в реальных условиях. Ключевые слова: гидролокация, негауссовская помеха, нелинейная обработка сигналов. DOI: 10.31857/S0320791920050032.

См. также **20.06-01.117, 20.06-01.145, 20.06-01.211, 20.06-01.223, 20.06-01.224, 20.06-01.231, 20.06-01.232, 20.06-01.240, 20.06-01.241, 20.06-01.242, 20.06-01.243, 20.06-01.245, 20.06-01.246, 20.06-01.247, 20.06-01.248, 20.06-01.249, 20.06-01.250, 20.06-01.251**

Гидроакустические преобразователи и антенны

20.06-01.263 Базовые вычислительные средства для перспективных ГАС и ГАК. *Лисс А.Р., Мальцева Н.В., Рыжиков А.В., Селедзи Г.Ц. Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы юбилейной научно-технической конференции «Проблемы прикладной гидроакустики». №2(46).* Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2005, с. 6-10. Рус.

Приведён обзор современных и перспективных сигнальных и универсальных процессоров. Приводятся характеристики изготовленного в ЗАО «МЦСТ» по заказу ФГУП ЦНИИ «Морфизприбор» вычислительного комплекса ВК-27. Предложена структура базовых вычислительных средств для перспективных гидроакустических станций и комплексов на основе универсальных процессоров МЦСТ 150/500 разработки ЗАО «МЦСТ» (г. Москва) и сигнальных процессоров NM6403/04 разработки НТЦ «Модуль» (г. Москва) ЦВК.

20.06-01.264 О необходимости разработки имитационно-тренажерного комплекса для гидролокатора бокового обзора, ориентированного на поиск и оценку рыбных скоплений. *Ходотов А.В., Долгов А.Н. Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы юбилейной научно-технической конференции «Проблемы прикладной гидроакустики». №2(46).* Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2005, с. 10-13. Рус.

Гидролокаторы бокового обзора (ТБО) относятся к классу специальных гидроакустических приборов, предназначенных для поиска объектов, расположенных на дне или в придонном слое воды. Наиболее широко распространены буксируемые ТБО, используемые для поиска затонувших объектов на больших глубинах. ТБО являются гидроакустическими средствами активной локации с нетрадиционной интерпретацией системы отображения эхосигналов от донных объектов (совокупность эхосигналов от объектов и их так называемых теней). Буксируемые ТБО наиболее широко используются при поиске затонувших предметов или «осмотре» подводных инженерных сооружений (трубопроводы, коллекторы и т.д.) на глубинах свыше 50 метров. На мелководье (глубины менее 10 метров) и ограниченных водных акваториях буксируемые ТБО практически не применяются в связи с проблемами нестационарного движения и, соответственно, большой вероятностью повреждения носителя при выводе его на заданную глубину. Госкомрыболовством России была поставлена задача создания переносного гидроакустического оборудования, позволяющего проводить поиск и оценку запасов рыб на мелководье. А именно, необходимо было оценивать запасы взрослых особей осетровых на Северном Каспии (глубины от 3 до 10 метров) и запасы судака и леща в заливах Балтийского моря (глубины от 1,5 до 5 метров), а также использовать это оборудование для прибрежного рыболовства.

20.06-01.265 Морская отработка новых технических решений гидроакустической станции с гибкой протяженной буксируемой антенной для надводных кораблей. *Андреев М.Я., Ключин В.В., Охрименко С.Н., Перельгин В.С. Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы юбилейной научно-технической конференции «Проблемы прикладной гидроакустики». №2(46).* Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2005, с. 13-16. Рус.

В настоящее время проводится комплекс работ по созданию гидроакустических средств нового поколения и в том числе

ГАС с гибкими протяженными буксируемыми антеннами для оснащения подводных лодок и надводных кораблей. Для апробации в натуральных условиях новых технических решений, алгоритмического и программного обеспечения в период 2002—2003 гг. на НК Северного флота была проведена морская отработка. Проверка в реальных морских условиях научно-технических и конструкторско-технологических решений, кроме получения ряда новых научных данных, позволяет существенно сократить период их внедрения в современные гидроакустические средства.

20.06-01.266 Имитатор гидроакустических сигналов для обеспечения морской отработки гидроакустических станций—комплексов. *Андреев М.Я., Марковский А.О., Оарименко С.Н., Сидоров А.О. Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы юбилейной научно-технической конференции «Проблемы прикладной гидроакустики». №2(46).* Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2005, с. 16-20. Рус.

Известно, что в процессе разработки и производства гидроакустические станции и комплексы подвергаются испытаниям, из которых наиболее сложными в организационном отношении и затратными являются натурные морские испытания, в которых принимают участие боевые корабли и средства различного назначения. Альтернативой применению флотского обеспечения на этапах отладки и моротработки может быть использование его адекватной модели — имитатора первичного и вторичных гидроакустических полей подводных и надводных объектов и сигналов активных гидроакустических станций. Первым шагом в этом направлении является воспроизведение пространства признаков первичного и вторичного гидроакустических полей объектов, по которым производятся операции обнаружения и классификации основных подводных целей гидроакустическими станциями и комплексами.

20.06-01.267 Проблемные вопросы обоснования структуры интегрированной системы подводного наблюдения в интересах решения задач ПЛО надводного корабля. *Борисенко Н.Н., Вершинин С.В., Калиушко В.И. Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы юбилейной научно-технической конференции «Проблемы прикладной гидроакустики». №2(46).* Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2005, с. 20-27. Рус.

В последнее время заметно повысился интерес иностранных государств, в основном Азиатского региона, к закупке надводных кораблей (НК), изготовленных отечественными судостроительными заводами. Основную задачу, возлагаемую на эти корабли, в основном класса корвет и фрегат, можно сформулировать как охрана экономических водных рубежей в прибрежной и морской зонах Мирового океана. Решение этой задачи выполнимо за счет использования в составе НК средств освещения подводной и надводной обстановки. Анализируя общую мировую тенденцию развития средств освещения подводной обстановки, можно сделать вывод, что основной акцент заинтересованности иноаказачика смещается в сторону НК, оснащенных интегрированными системами освещения подводной обстановки. Одним из основополагающих требований к средствам освещения подводной обстановки НК (гидроакустических и неакустических, как собственного корабля-носителя, так и взаимодействующих с ним в составе тактического подразделения кораблей и вертолетов) является их объединение в единую интегрированную систему подводного наблюдения (ИСПН). Это обусловлено необходимостью как повышения боевой эффективности, так и ограничениями на массогабаритные характеристики аппаратуры и количеством обслуживаемого средства подводного наблюдения (СПН) личного состава. Создание ИСПН является тем кардинальным направлением в развитии СПН кораблей, которое способно повысить эффективность обеспечения оружия ПЛО и ПТЗ данными целеуказания (ЦУ) и удовлетворить требования по размещению аппаратной части указанных средств на корабле.

20.06-01.268 Многочастотный преобразователь для гидроакустических станций миноискания. *Доля В.К., Душаткин В.Н., Иванов Н.М., Милославский Ю.К., Митько В.Н., Панич А.Е. Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы юбилейной научно-технической конференции «Проблемы прикладной гидроакустики». №2(46).* Та-

ганрог: Изд-во ТРТУ. 2005, с. 27-32. Рус.

Отечественные гидроакустические станции миноискания (ГАСМ) имеют две выносные подкильные антенны: низкочастотную антенну обнаружения и высокочастотную антенну классификации. Между тем зарубежные ГАСМ давно используют для этих целей одну антенную решетку, состоящую из многочастотных однотипных преобразователей. Такая антенна позволяет более чем в два раза уменьшить габариты станции, сократить число токоведущих кабелей, значительно улучшить тактико-технические характеристики станции. Настоящая работа посвящена разработке многочастотного пьезоэлектрического преобразователя для использования его в качестве элемента совмещенной антенны ГАСМ.

20.06-01.269 Некоторые направления в разработке сверхширокополосных низкочастотных излучателей. *Душаткин В.Н., Слабоспицкая Е.Н., Тагобицкий В.М. Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы юбилейной научно-технической конференции «Проблемы прикладной гидроакустики». №2(46).* Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2005, с. 32-35. Рус.

В настоящее время в гидроакустических антеннах широко используются стержневые электроакустические преобразователи. В диапазоне частот от единиц до сотен килогерц применяются трехкомпонентные колебательные системы, состоящие из активного пьезокерамического стержня и двух пассивных накладок — излучающей и тыльной. Из преобразователей такого типа формируются круглые, прямоугольные и цилиндрические решетки. По такому принципу построены многоканальные антенны рыбопоисковых станций, выпускаемых ФГУП «Таганрогский завод «Прибой», таких как «Сарган», «Угорь-Р», «Таймень», «Лещ-М». Трехкомпонентные стержневые электроакустические преобразователи позволяют формировать антенны с любым межцентровым расстоянием между преобразователями, что невозможно обеспечить цилиндрическими электроакустическими преобразователями. Антенны, изготовленные из стержневых преобразователей с накладками, имеют высокую электрическую и механическую прочность. Электрическая прочность обеспечивается за счет заполнения герметичного корпуса электроизоляционной жидкостью или газом, механическая прочность — армированием колебательной системы болтовой стяжкой. Отсутствие в колебательной системе полимерных герметизирующих материалов обеспечивает высокий к.п.д. — порядка 50—70 %. В настоящее время в связи с широким внедрением в гидроакустические станции вычислительной техники появилась возможность использовать сложные сигналы с большой базой — произведением длительности сигнала на полосу пропускания.

20.06-01.270 Гидроакустические антенны, обеспечивающие работу контура противоминных действий современного тральщика. *Борисенко Н.Н., Вороненко В.С., Ишутко А.Г. Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы юбилейной научно-технической конференции «Проблемы прикладной гидроакустики». №2(46).* Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2005, с. 56-62. Рус.

20.06-01.271 Гидроакустические передающие устройства на отечественных полевых транзисторах в ключевом режиме. *Александров В.А., Калишников С.А., Майоров В.А. Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы юбилейной научно-технической конференции «Проблемы прикладной гидроакустики». №2(46).* Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2005, с. 138-143. Рус.

В гидроакустической технике используются передающие устройства с выходной мощностью от сотен ВА до сотен кВА в диапазоне частот от десятков Гц до сотен кГц. Основным направлением повышения энергетической эффективности усилителей сигналов звукоподводной связи и гидролокации является использование ключевого режима работы усилительных приборов. В ключевом режиме работы усилительные приборы выполняют функции управляемых ключевых элементов, имеют малые остаточные напряжения и обеспечивают коммутацию тока нагрузки через выходной дроссель фильтра в соответствии с входным импульсным сигналом. Таким образом, метод ключевого усиления обеспечивает возбуждение нагрузки и ре-

куперацию энергии из ее реактивной составляющей при малых потерях мощности в ключевых элементах.

20.06-01.272 Нелинейные методы измерения АЧХ и ФЧХ гидроакустических излучателей и приемников. *Гаврилов А.М.* Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы юбилейной научно-технической конференции «Проблемы прикладной гидроакустики». №2(46). Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2005, с. 153-160. Рус.

Развитие гидроакустической аппаратуры во многом связано с использованием широкополосных и т.н. «сложных» сигналов — шумоподобных, модулированных (по амплитуде, фазе, частоте), например, радиопульсов с линейным законом внутриимпульсной частотной модуляции (ЛЧМ-сигналы). При наличии соответствующей оптимальной обработки эхосигналов это позволяет значительно расширить объем и улучшить качество получаемой информации, увеличить дальность действия, разрешающую способность, отношение сигнал/помеха в приеме и т.д.

20.06-01.273 Исследование рефлекторной антенны накачки. *Борисов С.А., Гаврилов Е.Н.* Прикладная акустика. Межведомственный тематический научный сборник. Том 10. Таганрог: Таганрогский радиотехнический институт имени В.Д. Калмыкова. 1983, с. 49-56. Рус.

20.06-01.274 Экспериментальные исследования современных термофонов. *Легуша Ф.Ф., Невеселова К.В.* Морские интеллектуальные технологии. 2015. 1, № 4, с. 60-65. Рус.

20.06-01.275 Термоакустические источники звука на основе плоских проволочных структур. *Васильев Б.П., Невеселова К.В.* Морские интеллектуальные технологии. 2015. 1, № 4, с. 66-71. Рус.

20.06-01.276 Расчёт амплитуды переменной температуры активного элемента термофона. *Невеселова К.В.* Морские интеллектуальные технологии. 2015. 1, № 4, с. 110-115. Рус.

20.06-01.277 Экспериментальные исследования плёночных термофонов. *Васильев Б.П., Легуша Ф.Ф., Разрезова К.В., Чижев Г.В.* Морские интеллектуальные технологии. 2015. 1, № 4, с. 118-123. Рус.

20.06-01.278 Обоснование основных характеристик приёмноизлучающего тракта корреляционного лага. *Завьялов В.В., Агапов В.А., Мансуров А.Р.* Морские интеллектуальные технологии. 2018. 5, № 4, с. 162-168. Рус.

Целью работы является задача обоснования основных технико-эксплуатационных характеристик гидроакустического корреляционного лага. Показаны задачи, решаемые с использованием корреляционных лагов. Произведён анализ основных характеристик некоторых известных моделей корреляционных лагов. Исходя из этого, произведены расчеты и выбор величин рабочей глубины под антенной и частоты излучаемых колебаний. На основе корреляционного способа измерения модуля полной скорости судна, обоснованы величины измерительной базы гидроакустической антенны лага и эквивалентной ширины характеристики направленности антенны. Для подтверждения работоспособности проектируемого корреляционного лага сформировано два сдвинутых случайных процесса с характеристиками идентичными принятым эхосигналам от дна. Приводятся корреляционные и спектральные характеристики сформированных процессов. Приведена схема моделирования измерителя продольной скорости судна. Получены динамические характеристики переходного процесса работы вычислительного устройства лага, дисперсии входного и выходного сигналов схемы слежения. Введение. Совершенствование методов и морских средств навигации является одной из актуальных задач в решении проблем судовождения. Наряду с такими известными морскими средствами навигации как доплеровские гидроакустические лаги в настоящее время уделяется большое внимание и гидроакустическим корреляционным лагам (КЛ). Корреляционные методы обработки сигналов находят широкое применение при создании и совершенствовании технических средств навигации, куда входят системы определения места судна, радиолокационные станции и другие системы. Наиболее совер-

шенным и перспективным измерителем скорости судна является корреляционный измеритель, предназначенный для решения таких навигационных задач, как определение места судна при плавании по численю, постановку на якорь, швартовку и коррекцию показаний других технических средств навигации. Этот лаг представляет собой измерительную систему, в которой скорость судна определяется путем анализа корреляционной связи между случайными сигналами, принятыми на движущемся судне приемными элементами, установленными параллельно диаметральной плоскости судна. Методика обособования основных характеристик таких лагов в отечественной и доступной зарубежной литературе не освещён.

20.06-01.279 Влияние акустического взаимодействия пьезопреобразователей в гидроакустической антенне на ее основные характеристики. *Балабаев С.М., Ивина Н.Ф.* Морские интеллектуальные технологии. 2019. 3, № 1, с. 134-138. Рус.

Комбинированным методом конечных и граничных элементов решена задача анализа излучения гидроакустической антенны, состоящей из двух водозаполненных пьезоцилиндров с радиальной поляризацией с учетом их акустического взаимодействия. Рассмотрены частотные характеристики чувствительности, распределения давления и колебательной скорости на цилиндрических поверхностях пьезоцилиндров. Показано, что акустическое взаимодействие оказывает значительное влияние на характеристики антенны. При малом волновом расстоянии между цилиндрами в антенне проявляет себя антисимметричная по высоте цилиндра мода. Эта мода искажает частотные характеристики чувствительности, а также вызывает большие механические напряжения на плоскости симметрии цилиндра, которые могут привести к разрушению пьезоцилиндров. Поэтому при разработке гидроакустических антенн необходим тщательный подбор как геометрических размеров пьезопреобразователей, так и расстояния между ними.

20.06-01.280 Исследование влияния наполнителей на структуру и физико-механические характеристики эпоксидного клея ДМ-5-65. *Баранец И.В., Ваганов Г.В., Гайдуклова Л.В., Краснов А.В., Легуша Ф.Ф., Никитин Г.А., Пугачев С.И., Рытов Е.Ю.* Морские интеллектуальные технологии. 2019. 1, № 4, с. 172-177. Рус.

Исследуются структура и физико-механические характеристики наполненного эпоксидного клея ДМ-5-65, применяемого для сборки составных электроакустических преобразователей гидроакустических систем. Особенностью исследования является использование в качестве дисперсных неорганических наполнителей пьезокерамических материалов ТБК-3, ЦТС-19 и ЦТБС-3. Приведены результаты морфологического исследования, определены краевой угол смачивания и свободная поверхностная энергия отвержденного клея ДМ-5-65, содержащего указанные наполнители, а также удельная поверхность порошков наполнителей. Определены деформационно-прочностные и термомеханические свойства отвержденного клея ДМ-5-65. Механическими испытаниями на отрыв установлена прочность соединения эпоксидного клея ДМ-5-65 с металлом. Показано, что химическая природа наполнителей определяет характер их распределения в связующем клею, взаимную упорядоченность макромолекул матрицы и свободную поверхностную энергию. Отмечена роль наполнителя с пониженной склонностью к агрегации частиц в формировании клея однородного состава.

20.06-01.281 Исследование влияния наполнителей эпоксидного клея ДМ-5-65 на электрофизические характеристики составного электроакустического преобразователя. *Ветров А.С., Краснов А.В., Легуша Ф.Ф., Пугачев С.И., Рытов Е.Ю., Стыркович И.И., Чижев С.А.* Морские интеллектуальные технологии. 2019. 1, № 4, с. 178-181. Рус.

Исследуются электрофизические характеристики составных стержневых электроакустических преобразователей, активные и пассивные элементы которых соединены эпоксидным клеем ДМ-5-65, содержащим дисперсионные наполнители системы титаната бария и цирконата-титаната свинца. Характеристики определены по результатам испытаний партий преобразователей в слабом и сильном динамическом электрическом по-

ле. Рассчитаны диапазоны изменения электрофизических характеристик преобразователей в пределах партий. Показано, что применение в клее наполнителя ЦТБС-3 применительно к преобразователю, содержащему пьезокерамические элементы из материала ЦТСтБС-2, приводит к наименьшему разбросу значений электрофизических характеристик преобразователей. Результаты испытаний и расчетов сопоставлены с данными о влиянии выбранных дисперсных наполнителей на структуру и физико-механические характеристики клея. По результатам работы даны рекомендации по выбору материала и массы дисперсного наполнителя клея ДМ-5-65 для повышения качества сборки составных электроакустических преобразователей.

20.06-01.282 Метод повышения точности корреляционного лага на основе предварительной фильтрации сигналов на входе схемы слежения. *Завьялов В.В., Агапов В.А. Морские интеллектуальные технологии. 2020. 2, № 1, с. 205-211. Рус.*

Повышение точности автономных средств навигации, к которым относятся гидроакустические лаги, в том числе и корреляционные, в настоящее время является актуальной научной и конструкторской задачей. Целью работы является обоснование метода повышения точности корреляционного лага на основе предварительной фильтрации сигналов на входе схемы слежения. Показаны проблемы, решаемые с помощью корреляционных лагов. Проведен анализ основных уравнений корреляционных методов измерения скорости и структурных схем вычислительных устройств корреляционных лагов, основанных на этих методах. Показано, что при измерении продольной скорости судна на выходе схемы слежения (измеренная скорость) коррелятора даже в установленном режиме слежения сигнал не равен нулю, в отличие от метода корреляции для измерения модуля полной скорости судна. Предлагается фильтровать сигналы на входах вычитателя с последующим интегрированием выходного разностного сигнала. Для подтверждения работоспособности предложенного метода были разработаны схемы корреляторов. Измерители продольного измерителя скорости и модуля скорости на полной скорости судна. Получены динамические характеристики переходных процессов вычислительных устройств лагов, дисперсии входных и выходных сигналов схемы слежения. Представлены результаты теоретических расчетов относительных среднеквадратичных ошибок методов измерения продольной скорости и модуля абсолютной скорости, а также результаты, полученные в ходе моделирования, которые подтвердили эффективность предложенного метода.

20.06-01.283 Влияние технологии отверждения на морфологию и физические характеристики эпоксидного клея ДМ-5-65. *Баранец И.В., Бобков А.Д., Гайдюкова Л.В., Краснов А.В., Легуша Ф.Ф., Пугачев С.И., Рытов Е.Ю. Морские интеллектуальные технологии. 2020. 3, № 4, с. 184-188. Рус.*

Проведено комплексное исследование воздействия энергетических полей различной физической природы — электротермического (ЭТ), ультразвукового (УЗ), сверхвысокочастотного (СВЧ) и комбинации этих полей на морфологию, удельную плотность и свободную поверхностную энергию промышленного эпоксидного клея ДМ-5-65, содержащего в качестве одного из неорганических наполнителей титанат бария ($BaTiO_3$). В соответствии с технологией изготовления составных электроакустических преобразователей гидроакустических систем клей наносился на поверхность пьезокерамики, металлизированную серебром высокотемпературным методом «вжигания». Экспериментально установлено существенное варьирование характера расположения наполнителя $BaTiO_3$ в матрице связующего, плотности химических связей и адгезии образующегося соединения клей — металл при изменении технологии отверждения клея. Анализ полученных результатов свидетельствует о возможности регулирования в широких пределах плотности и однородности клея, а также смачиваемости клеем поверхности твердого тела.

См. также **20.06-01.116, 20.06-01.135, 20.06-01.167, 20.06-01.168, 20.06-01.169, 20.06-01.211, 20.06-01.226, 20.06-01.233, 20.06-01.235, 20.06-01.251, 20.06-01.260**

Подводные измерения и калибровка аппаратуры

См. **20.06-01.116, 20.06-01.238, 20.06-01.245, 20.06-01.246, 20.06-01.265, 20.06-01.267, 20.06-01.278, 20.06-01.282**

Компьютерное моделирование в гидрофизике и гидроакустике

20.06-01.284 Высокопроизводительные многопроцессорные системы с коммутируемой архитектурой для цифровой обработки гидроакустических сигналов. *Васильев С.В. Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы юбилейной научно-технической конференции «Проблемы прикладной гидроакустики». №2(46). Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2005, с. 39-43. Рус.*

Современные гидроакустические комплексы решают широкий спектр задач по обнаружению и классификации подводных объектов. Интенсивное совершенствование технических характеристик средств гидроакустического вооружения и противодействия требует использования все более и более сложного математического аппарата и, как следствие, постоянного совершенствования проблемно-ориентированных вычислительных средств.

20.06-01.285 О гидроакустической тренажерной подготовке судоводителей рыболовных судов. *Долгов А.Н., Ходотов А.В. Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы юбилейной научно-технической конференции «Проблемы прикладной гидроакустики». №2(46). Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2005, с. 43-47. Рус.*

Современные рыболовные суда оснащаются все более совершенным и сложным радиоэлектронным оборудованием (РЭО). Тем не менее иметь на судне отделений специалистов для эксплуатации РЭО не предполагается. Поэтому судоводительский состав рыболовного судна должен выполнять все функции операторов по работе с разнообразным РЭО, в том числе с рыбопоисковыми гидроакустическими приборами. Наиболее эффективным способом профессиональной подготовки судоводителя-оператора являются навигационные тренажеры.

20.06-01.286 Технология параллельного программирования для многопроцессорных вычислительных систем цифровой обработки сигналов. *Грибанов М.В. Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы юбилейной научно-технической конференции «Проблемы прикладной гидроакустики». №2(46). Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2005, с. 92-96. Рус.*

Поддержка многопроцессорности и других особенностей систем цифровой обработки сигналов (ЦОС) может выполняться посредством применения специализированных операционных систем (ОС) ЦОС. Специфика задач ЦОС, а также особенности архитектуры систем сигнальной обработки выдвигают соответствующие требования к операционным системам ЦОС.

См. также **20.06-01.112, 20.06-01.215, 20.06-01.253**

Лабораторное экспериментальное моделирование

20.06-01.287 Обеспечение электромагнитной совместимости на энергонасыщенных объектах малосерийной постройки. *Горшков А.Н., Забурко А.В., Паромов Д.Б., Свядоц Е.А. Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы юбилейной научно-технической конференции «Проблемы прикладной гидроакустики». №2(46). Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2005, с. 35-39. Рус.*

Проблема обеспечения электромагнитной совместимости оборудования, возникшая вследствие необходимости решения сложной задачи одновременной работы на морских объектах различных радиотехнических, электронных и электротехнических средств, становится все актуальнее из-за усложнения функций и состава оборудования, а также сосредоточения различных его видов в ограниченном пространстве. Обеспечение

электромагнитной совместимости на энергонасыщенных объектах, особенно на объектах единичной и малосерийной постройки, — это обеспечение эффективной работы оборудования без взаимных помех, сбоев и снижения эффективности в условиях электромагнитной помеховой обстановки, характерной для этого объекта. Под оборудованием мы понимаем электрообо-

рудование, аппаратуру, а также все оборудование, к которому подводится электрическое питание или передаются электрические сигналы. Обсуждаются пути обеспечения электромагнитной совместимости на энергонасыщенных объектах.

См. также 20.06-01.264, 20.06-01.266

Атмосферная и аэроакустика

Механизмы, влияющие на распространение звука в воздухе

20.06-01.288 О временных характеристиках разрушения при высокоскоростных испытаниях. *Смирнов И.В., Петров Ю.В. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки.* 2020. 493, № 1, с. 62-65. Рус.

В задачах высокоскоростного нагружения нестабильное поведение общепринятых прочностных характеристик материала существенно затрудняет оценку динамической прочности материала. В работе обнаружен новый эффект, который в ряде практически важных случаев испытаний с контролируемой скоростью воздействия для оценки динамической прочности позволяет предложить удобную временную характеристику инкубационных процессов разрушения при высокоскоростных нагрузках. Показано, что рассматриваемая временная характеристика не зависит от скорости деформации или скорости приложения нагружения и может быть определена из общедоступных экспериментов. Это дает возможность ввести параметр материала, который может применяться для критериальных условий оценки прочности материала при высокоскоростных нагрузках, в том числе для расчета скоростной и временной зависимости критических напряжений разрушения.

Инфразвуковые и акустико-гравитационные волны

20.06-01.289 Математическое моделирование реакции нижней области ионосферы для возмущенных условий. *Медведев В.В., Еремичева В.Е., Колин А.Д. Морские интеллектуальные технологии.* 2018. 3, № 4, с. 154-158. Рус.

Рассмотрена постановка задачи упрощенной математической модели нижней области ионосферы с учетом химических процессов, что позволило впервые получить количественные результаты. Приведенные оценки показывают, что гравитационная волна может оказывать существенное влияние на перераспределение электронной концентрации D-области ионосферы, ответственной за отражение радиосигнала.

20.06-01.290 Об обрушении капиллярно-гравитационных волн и формировании кумулятивных струй. *Байков Н.Д., Петров А.Г. Прикл. мат. и мех.* 2020. 84, № 5, с. 554-569. Рус.

Изучаются плоские нестационарные задачи движения свободной границы в потенциальном течении идеальной несжимаемой жидкости. На основе метода граничных элементов строится численный алгоритм расчета формы свободной границы. При построении аппроксимаций учитывается гладкость границы. Основное внимание уделяется задачам формирования тонких кумулятивных струй и обрушению волн, обоснованию достоверности численных расчетов.

Распространение в стационарной атмосфере, метеорологические факторы

См. 20.06-01.106

Распространение и рассеяние на турбулентности и на неоднородных течениях

20.06-01.291 Об особенностях проникания верти-

кальных свободных турбулентных струй через поверхность жидкости в узких каналах разной протяженности. *Толоконников В.П., Карликов А.Т., Нечаев С.Л. Вестник МГУ. Сер. 1: Математика. Механика.* 2020, № 4, с. 61-65. Рус.

Представлены новые результаты экспериментального изучения процесса проникания вертикальных плоских и круглых турбулентных струй через поверхность жидкости, находящейся в относительно узких каналах разной протяженности с водосливным режимом стока. Обсуждается характер полученных экспериментальных зависимостей для периода возникающих автоколебательных режимов течений. Выполнен анализ ряда обнаруженных особенностей изучаемых течений.

Аэро-термо-акустика и акустика горения

20.06-01.292 Воздействие распределенного отсоса на развитие собственных возмущений пограничного слоя на нелинейной стадии их развития. *Козлов В.В., Грек Г.Р., Катасонов М.М., Корнилов В.И., Садовский И.А. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки.* 2020. 493, № 1, с. 51-56. Рус.

Представлены результаты экспериментальных исследований воздействия распределенного отсоса через мелкоперфорированную проницаемую секцию на пространственное развитие возмущений на нелинейной стадии их развития в пограничном слое прямого крыла. Показано, что распределенный отсос позволяет на основной частоте и ее гармониках снизить на два порядка интенсивность как естественных пульсаций скорости пограничного слоя, так и искусственных, генерируемых внешним акустическим полем. Оказывая существенное влияние на среднее течение, отсос устраняет турбулентное состояние пограничного слоя ниже области воздействия, смещает отрыв потока, сохраняя его в ламинарном состоянии.

20.06-01.293 Об энергетической эффективности незамкнутого термодинамического процесса с детонационным горением. *Туник Ю.В. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки.* 2020. 493, № 1, с. 66-69. Рус.

Сравнивается энергетическая эффективность сжигания газообразного топлива в режиме детонации Чепмена—Жуге и при постоянном объеме в случае незамкнутого термодинамического процесса, который заканчивается истечением продуктов горения в окружающее пространство. В отличие от полного термодинамического цикла, рассматриваемый процесс не обеспечивает остановку продуктов горения и восстановление начальных значений давления и плотности газа. Показано, что абсолютное преимущество детонации Чепмена—Жуге проявляется только при использовании кинетической энергии продуктов детонации. В противном случае горение при постоянном объеме может быть более эффективным, чем детонация.

20.06-01.294 Диффузионное горение круглой микроструи водорода при до- и сверхзвуковой скорости истечения. *Литвиненко Ю.А., Грек Г.Р., Козлов В.В., Литвиненко М.В., Шамаков А.Г. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки.* 2020. 494, № 1, с. 25-30. Рус.

Представлены результаты экспериментальных исследований диффузионного горения круглой микроструи водорода, истекающей из сопла при до- и сверхзвуковой скорости. Впервые выделены четыре сценария диффузионного горения круглой мик-

роструи водорода, включая сверхзвуковое горение при наличии сверхзвуковых ячеек как по воздуху, так и по водороду. Установлено, что стабилизация пламени при дозвуковой скорости истечения микроструи водорода связана с наличием «области перетяжки пламени», приводящей к явлению запыряния сопла, а стабилизация пламени при сверхзвуковом истечении микроструи связана с наличием сверхзвуковых ячеек. Обнаружен гистерезис процесса диффузионного горения плоской микроструи водорода в зависимости от способа воспламенения микроструи (вблизи или вдали от среза сопла) и направления изменения скорости ее истечения (роста или уменьшения).

20.06-01.295 Численное моделирование на адаптивных сетках свободного движения системы тел в сверхзвуковом потоке газа. Афендиков А.Л., Никитин В.С. Мат. моделир. 2020. 32, № 12, с. 55-64. Рус.

Рассматривается задача о сверхзвуковом обтекании системы тел, свободной перемещающихся в потоке газа. Математическая модель состоит из уравнений Эйлера для области, заполненной газом, дополненных уравнениями Ньютона для описания движения твердых тел под действием давления. Вычислительный алгоритм использует локально адаптивные декартовы сетки, адаптация в которых основана на вейвлетном анализе. Взаимодействие газа и твердых тел моделируется при помощи метода свободной границы. Возможности программно реализованного кода продемонстрированы на задаче о подъеме пылинки под действием ударной волны и о моделировании движения системы тел в двумерном сверхзвуковом потоке невязкого газа. Получены количественные и качественные результаты о скорости пылинки и о эволюции начальных конфигураций тел, уточняющие известные результаты.

20.06-01.296 Развитие методов магнитоплазменной аэродинамики в Институте теоретической и прикладной аэродинамики СО РАН. Фомичев В.П., Коротяева Т.А., Ядренкин М.А. Прикладная механика и техническая физика. 2020. 61, № 5, с. 52-67. Рус.

Представлен краткий обзор наиболее значимых работ в области магнитоплазменной аэродинамики, проводившихся в Институте теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН в последние 20 лет.

Ударные и взрывные волны, звуковой удар

20.06-01.297 Численное моделирование ударной волны в вязком углекислом газе методом конечных объемов. Алексеев И.В., Кустова Е.В. Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 1: Математика. Механика. Астрономия. 2020. 65, № 3, с. 500-510. Рус.

Предложен эффективный численный метод для исследования ударных волн в углекислом газе. Разработанная теоретическая модель основана на кинетической теории и не предполагает постоянства отношения удельных теплоемкостей и справедливости приближенных аналитических выражений для термодинамических функций и коэффициентов переноса. С использованием методов кинетической теории коэффициенты теплопроводности, сдвиговой и объемной вязкостей выражаются через температуру, интегралы столкновений и времена релаксации внутренней энергии. Предварительно вычисленные для широкого диапазона температур термодинамические функции и коэффициенты переноса реализованы в расчетном коде и используются при моделировании структуры ударной волны. Учет объемной вязкости в кинетической модели приводит к увеличению ширины ударной волны и улучшает согласие с экспериментальными данными.

20.06-01.298 Влияние тонкого слоя жидкости на ударное воздействие струи на стенку. Гусева Т.С. Проблемы машиностроения и надежности машин. 2019, № 4, с. 38-44. Рус.

Представлены результаты численного исследования удара осесимметричной струи жидкости по плоской жесткой стенке, покрытой слоем аналогичной жидкости. Основное внимание уделяется влиянию толщины слоя на стенке на нагрузку в диапазоне скоростей удара 150–350 м/с. Изучен характер нагрузки и получены оценки давления на стенке в случае малой

толщины слоя, актуальные для приложений, связанных с капельной и кавитационной эрозией. Показано, что в рассматриваемых условиях известные результаты двумерного моделирования превышают максимум среднего давления на стенке до 1,8 раза.

20.06-01.299 К воздействию слабых ударных волн на течение в пограничном слое плоской пластины с изменяемым углом скольжения передней кромки. Кочарин В.Л., Косинов А.Д., Якухи А.А., Ермолаев Ю.Г., Семенов Н.В., Питеримова М.В., Шевельков С.Г., Минин О.П. Теплофиз. и аэромех. 2019, № 6, с. 855-861. Рус.

Проведены экспериментальные исследования воздействия слабых ударных волн на течение в пограничном слое затупленной плоской пластины, установленной вдоль потока, для разных углов скольжения передней кромки при числе Маха 2. Ударные волны в набегающем потоке в виде N -волны генерировались двумерной неровностью размерами $150 \times 7 \times 0,13$ мм на боковой стенке аэродинамической трубы Т-325. Подтверждено, что при падении N -волны на переднюю кромку пластины с нулевым углом скольжения в пограничном слое наблюдается порождение продольных вихрей, сопровождающееся повышением уровня пульсаций и изменением спектрального состава возмущений. Термоанемометрические данные показали, что при изменении угла скольжения передней кромки от 0 до 25 градусов под воздействием падающей «догоняющей» слабой ударной волны происходит уширение вихря в сверхзвуковом пограничном слое.

20.06-01.300 К проблеме использования PIV-метода для измерений в тонких высокоскоростных сдвиговых слоях. Вичняков О.И., Поливанов П.А., Сидоренко А.А. Прикладная механика и техническая физика. 2020. 61, № 5, с. 77-87. Рус.

С использованием PIV-метода проведено измерение скорости течения в зоне взаимодействия ударной волны с пограничным слоем на пластине при значении числа Маха $M=1,43$. Рассмотрено два состояния набегающего пограничного слоя: ламинарный и турбулентный, причем толщина пограничного слоя может быть на два порядка меньше характерного продольного масштаба течения. Выполнено сравнение результатов измерения скорости в пограничном слое, полученных с помощью PIV-метода при различных настройках аппаратуры, и результатов измерений, выполненных с использованием различных алгоритмов определения смещения частиц-трассеров и восстановления по ним полей скорости. Показано, что основным ограничением для увеличения пространственного разрешения является инерция частиц-трассеров.

См. также **20.06-01.97, 20.06-01.154, 20.06-01.155**

Звук в трубах с потоками

20.06-01.301 Сдвиговое течение вязкой жидкости над каверной, содержащей пульсирующей пузырек газа. Агеев А.И., Осипцов А.Н. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки. 2020. 493, № 1, с. 38-41. Рус.

Впервые проанализировано влияние флуктуаций давления на величину осредненного трения в сдвиговом течении вязкой жидкости над двумерной прямоугольной микрокаверной, занятой пульсирующим газовым пузырьком. Такая постановка задачи может моделировать течение в вязком подслое турбулентного потока жидкости вблизи микрокаверн полосчатой супергидрофобной поверхности. Цель работы — анализ возможных нестационарных механизмов, приводящих к осредненному проскальзыванию и снижению трения в турбулентном пограничном слое на супергидрофобной поверхности. Для численного решения уравнений Стокса, описывающих сдвиговое течение в вязком подслое над микрокаверной с пульсирующим газовым пузырьком, применяется метод граничных интегральных уравнений.

См. также **20.06-01.99, 20.06-01.102, 20.06-01.300**

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

См. 20.06-01.145

Авиационная акустика

20.06-01.302 Исследование возможности замены планера самолета интегральной компоновки на плоский полигональный экран для оценки эффективности экранирования шума двигателей на основе геометрической теории дифракции. *Денисов С.Л., Остриков Н.Н., Панкратов И.В. Акустический журнал.* 2020. 66, № 6, с. 622-631. Рус.

На примере планера самолета интегральной компоновки проводится расчетно-экспериментальное исследование возможности использования Геометрической теории дифракции (ГТД) для расчета дифракции звука в случае замены планера самолета на имитирующий его плоский полигональный экран в приложении к задаче эффективности экранирования шума авиационных силовых установок. Сравнение экспериментально измеренных с помощью метода последовательностей максимальной длины и теоремы взаимности импульсных откликов как для трехмерной модели планера, так и его плоской модели, с откликами, вычисленными на основе ГТД, продемонстрировало хорошее качественное совпадение для точек наблюдения, расположенных в зоне геометрической тени, а для точек наблюдения, расположенных в освещенной зоне, — количественное совпадение в диапазоне частот, характерных для шума струй и первых гармоник частоты следования лопастей винта или лопаток вентилятора. Ключевые слова: дифракция звуковых волн, Геометрическая теория дифракции (ГТД), экранирование шума авиационных двигателей, эффективность экранирования, метод последовательностей максимальной длины, MLS-эксперимент. DOI: 10.31857/S0320791920060027.

20.06-01.303 Влияние подхода к моделированию турбулентности на точность прогнозирования уровня шума вентилятора турбореактивного двухконтурного двигателя. *Пятухин К.Р., Аргарова Н.В., Ремизов А.Е. Акустический журнал.* 2020. 66, № 6, с. 638-646. Рус.

Представлены результаты исследования влияния подхода к моделированию турбулентности при расчете генерации шума ступенью двухконтурного вентилятора на результаты прогнозирования уровня шума. Численные исследования выполнены для модельной ступени вентилятора на основных рабочих режимах, определяющих его акустические свойства. Расчеты уровня шума в дальнем поле выполнены с помощью метода конечных элементов, на основе модального состава генерируемого шума. Проанализировано влияние модели турбулентности на количество и амплитуды акустических мод, возбуждающихся в потоке на основных гармониках частоты следования лопаток вентилятора. Показано, что моделирование анизотропной турбулентности потока при расчете нестационарного ротор-статор взаимодействия позволяет получить близкие к экспериментальным уровни шума. Ключевые слова: аэроакустика, численное моделирование, ротор-статор взаимодействие, турбулентность, каналные моды, вентилятор, ГРДД, звуковое давление. DOI: 10.31857/S0320791920060088.

20.06-01.304 Теоретические и экспериментальные исследования корреляционных характеристик сигналов, отраженных вращающимся винтом. *Корольков А.И., Князева К.С., Шуруп А.С. Акустический журнал.* 2020. 66, № 6, с. 681-689. Рус.

Исследуются особенности функции взаимной корреляции линейно частотно-модулированного сигнала, отраженного от вращающегося винта, с излученной репликой сигнала. В получаемой корреляционной функции помимо основного пика, соответствующего времени распространения сигнала до рассеивателя и в обратном направлении, наблюдаются дополнительные информативные максимумы в виде мультиплетов, присутствие которых определяется рассеянием звука на вращающемся вин-

те. Параметры дополнительных максимумов зависят от характеристик рассеивателя (дальности до винта, частоты его вращения, количества лопастей, ориентации относительно направления облучения). Приводятся результаты численного моделирования, а также обработки экспериментальных данных. Полученные результаты указывают на возможность использования дополнительных пиков корреляционной функции в качестве информативного параметра при идентификации вращающегося винта. Ключевые слова: рассеяние звука, вращающийся винт, корреляционная обработка сигналов, линейно частотно-модулированный сигнал. DOI: 10.31857/S0320791920060052.

20.06-01.305 Физическое и математическое моделирование сверхзвукового обтекания под углом атаки тел с газопроницаемыми пористыми вставками. *Миронов С.Г., Кириловский С.В., Поплавская Т.В., Цырюльников И.С., Маслов А.А. Прикладная механика и техническая физика.* 2020. 61, № 5, с. 14-20. Рус.

Представлены результаты экспериментального и численного моделирования сверхзвукового обтекания под различными углами атаки цилиндра с передней газопроницаемой высокопористой вставкой. Эксперименты проведены в сверхзвуковой аэродинамической трубе при числе Маха $M_\infty=7$ и единичном числе Рейнольдса $Re_l=1,5 \cdot 10^6 \text{ м}^{-1}$ в диапазоне углов атаки $0-25^\circ$. Численное моделирование выполнено на основе решения трехмерных уравнений Навье—Стокса, осредненных по Рейнольдсу, с использованием трехмерной кольцевой скелетной модели пористого материала. Получены экспериментальные и расчетные значения коэффициентов сопротивления и подъемной силы цилиндра со вставкой с пористостью 95% и диаметром пор 2 мм при различных значениях длины вставки и угла атаки.

20.06-01.306 Особенности присоединения ламинарного отрывного течения при гиперзвуковой скорости потока. *Запругаев В.И., Кавун И.Н., Трубицына Л.П. Прикладная механика и техническая физика.* 2020. 61, № 5, с. 32-39. Рус.

Представлены результаты исследования ламинарного отрывного течения в угле сжатия при значениях числа Маха набегающего потока $M=6; 8$. Рассмотрена ударно-волновая структура течения в области присоединения. Исследован механизм формирования высоконапорного слоя, представляющего собой узкую область газа, расположенную над пограничным слоем ниже по потоку от линии присоединения.

20.06-01.307 Бегущие и стационарные волны в сверхзвуковой струе, их взаимодействие в линейном и нелинейном приближениях. *Терехова Н.М. Прикладная механика и техническая физика.* 2020. 61, № 5, с. 68-76. Рус.

Исследовано влияние искривления траекторий движения газа на начальном участке сверхзвуковой неизобарической струи на характеристики нестационарных возмущений из класса неустойчивости Кельвина—Гельмгольца. Показано, что при наличии бочкообразной структуры на начальном участке возникают стационарные возмущения Тейлора—Гертлера в виде продольных структур (полосчатых образований). Исследования проведены для слоя смещения при числе Маха $M=1,5$. Рассмотрена возможность усиления и подавления роста волн Кельвина—Гельмгольца стационарными волнами Тейлора—Гертлера. Нелинейная задача решена в рамках трехволновых резонансных взаимодействий в локально-параллельном приближении. Волной накачки является стационарная волна Тейлора—Гертлера. Показано, что на начальном участке может происходить как усиление, так и подавление бегущих волн малой амплитуды.

См. также 20.06-01.78, 20.06-01.357

Колебания тел и структур в потоке, аэроупругость

20.06-01.308 Расчет устойчивости ламинарного пограничного слоя на поверхности профилированного гиперзвукового сопла для числа Маха $M=6$. *Морозов С.О., Шиплюк А.Н. Теплофиз. и аэромех.* 2020, № 1, с. 37-46. Рус.

Выполнен расчет устойчивости ламинарного пограничного слоя на поверхности гиперзвукового сопла для числа Маха $M=6$ аэродинамической установки Транзит-М. Профили ламинарного пограничного слоя получены путем численного решения уравнений Навье—Стокса в программе Fluent пакета Ansys. В приближении линейной теории устойчивости получены N-факторы роста вихрей Гёртлера, возмущений первой и второй мод Мэка. Показано, что для рассматриваемого сопла наиболее неустойчивыми являются вихри Гёртлера. Определены эмпирические зависимости локального числа Рейнольдса ламинарно-турбулентного перехода от N-фактора и единичного числа Рейнольдса.

20.06-01.309 Расчетно-эмпирический метод оценки сопротивления гидродинамических профилей в широком диапазоне чисел Рейнольдса. *Яковлев А.Ю., Таант Зин. Морские интеллектуальные технологии.* 2019. 1, № 2, с. 21-25. Рус.

Изменение сопротивления тел с ростом числа Рейнольдса и связанная с этим задача определения масштабного эффекта являются одним из актуальных направлений исследований. Для быстрой и точной оценки сопротивления гидродинамических профилей в широком диапазоне чисел Рейнольдса разработан расчетно-эмпирический метод. Метод основан на расчете обтекания профиля вязкой жидкостью с помощью ВЕМ метода и оценки интегральных характеристик пограничного слоя

на профиле. Такой подход позволяет оперативно оценивать характеристики профиля в широком диапазоне чисел Рейнольдса. Точность расчетного метода обеспечивается за счет введения эмпирических зависимостей, полученных на основе обработки экспериментальных данных. Хорошее согласование расчетных оценок с экспериментальными данными подтверждено сопоставлением с результатами многочисленных измерений для различных видов профилей. Созданный метод может быть использован для у.

20.06-01.310 К теории гиперзвукового обтекания тонкого треугольного крыла конечной стреловидности под большим углом атаки. *Голубкин В.Н. Прикл. мат. и мех.* 2020. 84, № 4, с. 467-480. Рус.

Дан короткий обзор наиболее важных результатов решения задачи обтекания тонкого треугольного крыла конечной стреловидности гиперзвуковым потоком газа под большими, близкими к прямому, углами атаки, полученных автором с применением метода тонкого ударного слоя. Дополнена классификация всех основных режимов и схем обтекания, реализуемых в рамках предложенной теории, по двум основным параметрам подобия. Получено композитное решение, адекватно описывающее возмущенное течение как в основной части сжатого слоя, так и в пристеночном энтропийном слое.

См. также **20.06-01.65**, **20.06-01.99**, **20.06-01.295**, **20.06-01.301**

Акустика структурно неоднородных сред; Геологическая акустика

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

20.06-01.311 Анализ тензора сейсмического момента акустической эмиссии: микромеханизмы разрушения гранита при трехточечном изгибе. *Пантелеев И.А. Акустический журнал.* 2020. 66, № 6, с. 654-668. Рус.

Проведено экспериментальное исследование микромеханизмов разрушения гранита при трёхточечном изгибе на основе восстановления компонент тензора сейсмического момента для событий акустической эмиссии. Предложен оригинальный трехстадийный алгоритм уточнения и отбраковки решений для тензора сейсмического момента событий акустической эмиссии, базирующийся на гибридном итерационном алгоритме и методе “складного ножа”. После формирования каталога событий акустической эмиссии, обладающих устойчивым решением, проведен анализ их механизмов. Показано, что при трехточечном изгибе гранита события акустической эмиссии локализуются в области формирования будущей магистральной трещины. Установлено, что изгиб гранита сопровождается формированием и развитием трещин нормального отрыва с дополнительной сдвиговой составляющей различной интенсивности. Кинематика найденных механизмов событий акустической эмиссии соответствует конфигурации приложенных к образцу нагрузок. Наличие сдвиговой составляющей вызвано микроструктурной неоднородностью образца. Определены вариации ориентаций осей максимального девиаторного сжатия (P-ось) и растяжения (T-ось), связанные с изменчивостью локального напряженно-деформированного состояния материала в районе источников акустической эмиссии. Показано, что моментные магнитуды событий акустической эмиссии подчиняются закону Гуттенберга—Рихтера. Ключевые слова: тензор сейсмического момента, акустическая эмиссия, моды разрушения, хрупкие породы. DOI: 10.31857/S0320791920060076.

Акустические волны в многофазных средах

20.06-01.312 Доказательства существования решения прямой задачи акустики с плоской границей. *Сатыбаев А.Д. Наука, новые технологии и инновации.* 2006,

№ 1, с. 22-31. Рус.

Автор сообщает, что «доказано существование решения прямой задачи акустики с плоской границей и мгновенным источником по времени».

20.06-01.313 Существование решение прямой задачи акустики с плоской границей. *Сатыбаев А.Д. Наука, новые технологии и инновации.* 2006, № 1, с. 183-190. Рус.

Рассмотрено существование решения прямой задачи акустики с плоской границей и мгновенным источником по времени.

См. также **20.06-01.109**, **20.06-01.133**

Теория линейных и нелинейных волн в геологических структурах

20.06-01.314 Моделирование волновых процессов в геологических трещиноватых средах с использованием модели Шонберга. *Стогний П.В., Хозлов Н.И., Петров И.Б. Прикл. мат. и мех.* 2020. 84, № 3, с. 375-386. Рус.

Для описания поведения геологических сред с наличием трещин Шонбергом была разработана механико-математическая модель, получившая применение в работах, связанных с сейсморазведкой нефтяных месторождений. В представленной работе предлагается использование этой модели при расчетах волновых процессов в геологических средах с помощью сеточно-характеристического метода. Искомые функциями при этом являются компоненты вектора скорости и тензора напряжений в точках расчетной сетки на границе с трещиной. Проведены расчеты распространения сейсмического импульса в однородной упругой среде с трещиной для предельного случая полного отражения волнового фронта от границы трещины. Проведены сравнительные расчеты характеристик волнового поля с использованием моделей Шонберга и двухбереговой трещины с помощью сеточно-характеристического метода. Результаты расчетов показали удовлетворительное соответствие результатов, полученных по обеим используемым моделям.

Исследование геологических сред с использованием сейсмического шума

20.06-01.315 Вариации времен пробега продольных

волн по массиву цифровых сейсмограмм. *Ненева К.С., Ан В.А. Акустический журнал*. 2020. 66, № 6, с. 647-653. Рус.

Приводятся параметры цифровых сейсмограмм сейсмических событий искусственного происхождения, наблюдавшихся в период с 1967 по 1990 гг. Данные предоставлены авторам из архива Института динамики геосфер (ИДГ РАН). Они были получены после переформатирования цифровых записей. Апостериорная информация о времени пробега сейсмической продольной волны (P), определенного по моменту первого вступления на записи вертикальной составляющей (Z) короткопериодного канала, собрана посредством анализа архивных данных. Практика показала, что совокупность этих данных достаточна для построения карты времен прихода сигналов от сейсмических источников. Приведены региональный годограф для трех испытательных площадок и линейные тренды времени пробега продольной волны в календарной дате, а также карта изохрон для одной из площадок. Ключевые слова: источник, сейсмические волны, продольная волна, пространственно-временная структура, вариации времени, годограф. DOI: 10.31857/S0320791920060064.

20.06-01.316 О динамике гармонических фильтрационных волн в гидроразрывной трещине, расположенной перпендикулярно к скважине. *Шагапов В.Ш., Аносова Е.П., Нагаева З.М. Акустический журнал*. 2020. 66, № 6, с. 669-674. Рус.

Изучено распространение низкочастотных гармонических

волн давления в трещине, образованной гидроразрывом пласта и расположенной перпендикулярно к скважине в пористой и проницаемой среде. Проанализировано влияние коллекторских характеристик пласта и трещины (например, их проницаемости, ширины трещины). Установлено, что при распространении волн от скважины по радиальным трещинам характерные расстояния проникания возмущений давления могут быть значительно выше по сравнению с глубиной проникания возмущений от открытой скважины в пласте, когда трещина отсутствует. Ключевые слова: гидроразрыв пласта, трещина, гармонические волны давления, интегриродифференциальное уравнение, аналитическое решение. DOI: 10.31857/S0320791920060106.

Акустика землетрясений, вулканических извержений, иных катастрофических природных явлений

20.06-01.317 Метод блочного элемента теории трещин нового типа. *Бабешко В.А., Евдокимова О.В., Бабешко О.М. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки*. 2020. 492, № 1, с. 79-82. Рус.

Изложены основные особенности трещин нового типа, обнаруженные недавно авторами при исследовании стартовых землетрясений. Построены уравнения, описывающие напряженно-деформированное состояние трещин нового типа, обсуждаются вопросы их связи с трещинами Гриффитса—Ирвина.

Акустическая экология; Шумы и вибрации

Шумы и вибрации в воздушной среде

20.06-01.318 Расчета шума винтов методом численного моделирования. *Бойчук И.П., Руднев Ю.И., Руденко В.В., Гринек А.В. Морские интеллектуальные технологии*. 2019. 3, № 4, с. 137-141. Рус.

Представлен модифицированный метод расчета шума воздушных винтов. Для определения шума винтов применяется приближение дальнего поля. Решение гидродинамической задачи получено при помощи панельного метода. На контрольной поверхности накапливаются нестационарные поля давления и скорости. По найденным распределениям давления и скоростей на этой поверхности производится расчет акустики при помощи явных формул Фарассата. Представленный метод позволяет рассчитывать тональный шум воздушных винтов. Для определения шума винта проведены натурные эксперименты в безэховой шумозаглушенной камере. Верификация метода проводилась сравнением рассчитанного шума модельного винта с экспериментальными данными. Рассчитанные параметры показывают сходимость с имеющимися экспериментальными данными. Для расчета широкополосного шума данным методом необходимо в данный подход добавить учет турбулентности, вызванной схождением вихревой пелены с кромок лопастей.

Подводные шумы и вибрации

См. **20.06-01.239**

Воздействие шумов и вибраций на сооружения и технику

20.06-01.319 Конструктивный обзор и анализ виброизолирующих муфт с металлическими упругими элементами. *Минасян М.А., Минасян А.М., Цзэн Цзюньцзе, Лэ Хи Ха. Морские интеллектуальные технологии*. 2019. 1, № 4, с. 102-110. Рус.

Представлен конструктивный обзор и анализ виброизолирующих муфт с металлическими упругими элементами. Отмечается важность и главная задача муфты в системе «двигатель—валопровод—энергетическая установка—корпус судна». Приве-

дены сравнительные свойства амортизирующих конструкций, изготовленных с применением различных упругих элементов. Отмечается сложность выбора материала упругого элемента амортизирующих конструкций, в частности муфт. Предлагается анализ основных достоинств и недостатков различного рода металлических упругих элементов. Авторы утверждают о целесообразности разработки муфт с упругим элементом из стального каната с учетом опыта разработки и практического применения опорных канатных виброизолирующих конструкций. Поэтому обнаруженные в результате поиска по источникам муфты со стальными (неканатными) упругими элементами из цилиндрических пружин, металлической резины, рессор, торсионов и т.д. в статье не представлены. Из проведенного авторами обзора в статье рассмотрены только новые канатные и комбинированные муфты. Отмечается вероятная причина весьма узкого спектра известных конструктивных видов канатных муфт и практического их применения и недостаточная их известность инженерно-техническим работникам.

См. также **20.06-01.216**

Структурная акустика и вибрации

20.06-01.320 Расчетно-экспериментальное исследование напряженно-деформированного состояния элементов конструкции изделия при ударе о твердую преграду. *Юдин Д.А., Фирсанов В.В. Труды МАИ*. 2020. № 112, <http://trudymai.ru/published.php?ID=116343>. Рус.

Представлены результаты расчетно-экспериментального исследования и математического моделирования элементов конструкции изделия при соударении с твердой преградой. Решается задача разработки эффективной методики численного моделирования трехмерных динамических задач удара. Для решения задачи удара использовался метод конечных элементов. С помощью численного моделирования результаты расчетов деформаций и напряжений сопоставлены с результатами натурных испытаний, которые показали их достоверность.

20.06-01.321 Метод анализа акустических сигналов при диагностике композиционных материалов. *Ахметханов Р.С., Дубинин Е.Ф. Проблемы машиностроения и надежности машин*. 2020, № 2, с. 106-112. Рус.

Приведен метод анализа диагностических акустических сигналов при обнаружении дефектов в композиционных материалах. При этом используется кратное масштабное разложение акустического сигнала и определение информационной энтропии для его составляющих. Установлено, что при наличии малых дефектов распределение спектральной плотности мощности мало отличается от спектральной плотности мощности для бездефектной области. В качестве критерия для обнаружения дефекта выбран линейный коэффициент корреляции для векторов, составленных из информационных энтропий кратномасштабных составляющих акустического сигнала.

20.06-01.322 О самосинхронизации колебаний вибрационной щековой дробилки при учете взаимодействия с обрабатываемой средой. *Шогин А.Е. Проблемы машиностроения и надежности машин.* 2020, № 6, с. 48-60. Рус.

Рассмотрены колебания модели вибрационной щековой дробилки, возбуждаемые двумя самосинхронизирующимися дебалансными вибровозбудителями, при учете взаимодействия с обрабатываемой средой. Установлено, что области частот устойчивой противофазной синхронизации вращения вибровозбудителей, требуемой для нормальной работы дробилки, существенно зависят от зазора между щекой и элементом среды, причем уменьшение исходного зазора приводит к расширению области частот устойчивой противофазной синхронизации вибровозбудителей. При отсутствии исходного зазора и возникновении давления среды на щеки в зарезонансной области частот возможно появление области устойчивости синхронно-синфазного вращения вибровозбудителей. Показано, что при неизменной частоте возбуждения колебаний изменение исходного зазора между щеками и обрабатываемой средой может привести к изменению типа синхронизации вращения вибровозбудителей и соответственно колебаний щек.

20.06-01.323 Об особенностях деформирования податливого покрытия пульсациями давления в турбулентном пограничном слое. *Кулик В.М. Теплофиз. и аэромех.* 2020, № 1, с. 73-83. Рус.

Проведено сравнение измеренной ранее и рассчитанной в настоящей работе деформации податливого покрытия в турбулентном течении. Рассчитанная спектральная плотность деформаций покрытия на низких частотах (25–250 Гц) оказалась почти на два порядка выше измеренной, а среднеквадратичное значение величины измеренной деформации $3/4$ в семь раз меньше расчетной. Рассчитан переходный режим установления вынужденных колебаний покрытия под действием волны давления. Показано, что покрытие практически всегда работает в переходном режиме, не достигая максимальных амплитуд деформаций, которые характерны для установившегося режима. Сделан вывод о необходимости использования более сложных граничных условий, учитывающих нестационарность процесса, т.к. амплитуда деформации покрытия сложным образом меняется за время жизни организованных структур, движущихся в турбулентном пограничном слое.

20.06-01.324 Моделирование колебаний корпуса турбины для анализа переходного процесса. *Красников С.В. Автомобильный транспорт.* 2020, № 46, с. 63-70. Рус.

Созданы модели для частей и системы в целом - турбоагрегат-фундамент-основание. Рассмотрена система с паровой турбинной генераторной установкой мощностью 500 МВт. Построены специфические геометрические и оригинальные расчетные модели, в которых подробно смоделированы части корпусов цилиндров низкого давления. Проведены серии расчетов для вынужденных колебаний частей корпусов цилиндров низкого давления при переходном процессе. В результате работы определены листы внешнего корпуса с наибольшими отклонениями амплитуд колебаний при переходном режиме. В работе использован метод конечных элементов.

20.06-01.325 Влияние вибрации на кавитационный износ цилиндрической втулки среднеоборотных двигателей. *Булгаков В.П., Рубан И.Н. Морские интеллектуальные технологии.* 2018. 1, № 1, с. 135-139. Рус.

Для среднеоборотных двигателей, оснащенных поршнями из

алюминиевых сплавов, замена цилиндрических втулок при капитальном ремонте производится в связи с кавитационной эрозией наружной охлаждаемой поверхности. Причины кавитационного изнашивания втулки является вибрация, вызванная циклическим воздействием инерционных сил при перекладке поршня. Сила удара поршня по втулке вызывает в металле возмущение – напряжение и деформацию в виде двух видов волн: продольных и поперечных. Возмущения, как одиночные волны, движутся от внутренней стенки к наружной, отражаются и интерферируют с образованием поверхностных волн, в которых деформации и напряжения соизмеримы с предельными свойствами металла. Касательные напряжения при сдвиговых деформациях разрушают наиболее слабые структурные составляющие металла: образуют каверны по направлению графитных включений и отслоения в плоскостях параллельных охлаждаемой поверхности втулки. Для устранения кавитационного износа втулки необходимо предусмотреть предлагаемые авторами конструктивно-технологические мероприятия.

20.06-01.326 Методика проектирования ступеней осевых микротурбин с частичной интеграцией рабочего колеса в сопловой аппарат. *Юртаев А.А., Фершалов А.Ю., Фершалов Ю.Я., Поршкевич В.В. Морские интеллектуальные технологии.* 2019. 3, № 3, с. 54-58. Рус.

Рассмотрена задача проектирования ступеней микротурбин с частичной интеграцией рабочего колеса в сопловой аппарат с оптимальной, с точки зрения энергетической эффективности, конфигурацией. Для решения указанной задачи была в работе представлена инженерная методика, которая служит руководством для применения конструкции ступеней микротурбин с частичной интеграцией рабочего колеса в сопловой аппарат при проектировании новых ступеней микротурбин или модернизации эксплуатируемых. Методика основана на использовании математической модели внутреннего КПД, полученной по результатам экспериментальных исследований 9 ступеней микротурбин с различной степенью интеграции корневого и периферийного козырьков рабочего колеса. Предлагаемая инженерная методика применима в диапазоне варьирования параметров: величина корневого козырька рабочего колеса 1–3 мм; величина периферийного козырька рабочего колеса 1–3 мм; отношение давлений на ступень 1,79–3,97; относительная скорость (отношение окружной скорости на среднем диаметре ступени турбины к скорости звука в критическом сечении соплового аппарата) 0–0,54. Методика учитывает, что ступени микротурбин с частичной интеграцией рабочего колеса при исследованиях показали наибольшую эффективность в случае малых отношений давлений на ступень. Для достижения оптимального значения относительной скорости с сохранением заданной частоты вращения предлагается определять соответствующий диаметр ступени. В случае необходимости перехода на отличные от рассмотренных в работе параметров рабочего тела, другое рабочее тело или другие типоразмеры ступени микротурбины следует применять инструменты теории подобия.

20.06-01.327 Оптимизация энергетической эффективности ступеней осевой микротурбины с частичной интеграцией рабочего колеса в сопловой аппарат. *Юртаев А.А., Фершалов А.Ю., Фершалов Ю.Я., Поршкевич В.В. Морские интеллектуальные технологии.* 2019. 3, № 3, с. 59-63. Рус.

Работа посвящена разработке математической модели и, на ее основании, нахождению оптимального значения энергетической эффективности ступеней микротурбин. В качестве показателя энергетической эффективности принят внутренний КПД ступени турбины. Результаты основаны на экспериментальных исследованиях 9 ступеней микротурбин с различной степенью интеграции корневого и периферийного козырьков рабочего колеса и с средним диаметром 50 мм. Экспериментальные исследования выполнены в диапазоне варьирования отношения давлений на ступень от 1,79 до 3,97 и частоты вращения ротора от 0 до 60000 об/мин. Представлены математическая модель внутреннего КПД осевых микротурбин с частичной интеграцией рабочего колеса в сопловой аппарат в зависимости от отношения давлений на ступень, относительной скорости (отношение окружной скорости на среднем диаметре ступени к скорости звука в критическом сечении), величины корнево-

го и периферийного козырьков рабочего колеса, внедренных в сопловой аппарат. Приведены результаты проверки модели на адекватность экспериментальным данным. Выполнено оптимизационные вычисления с целью поиска глобального оптимума по внутреннему КПД в области проведенных исследований: величина корневого козырька рабочего колеса 1–3 мм, величина периферийного козырька рабочего колеса 1–3 мм, отношение давлений на ступень 1,79–3,97, относительная скорость 0–0,54. По результатам исследования достигнуто значение внутреннего КПД 26,4%. Проведен анализ полученных результатов и приведены рекомендации по проектированию ступеней микротурбин с частичной интеграцией рабочего колеса в сопловой аппарат.

20.06-01.328 Экспериментальное исследование движения ударника в соленом льду. Герасимов С.И., Зубанков А.В., Калмыков А.П., Капинос С.А., Коссяк Е.Г., Кузнецов П.Г. Прикладная механика и техническая физика. 2020. 61, № 4, с. 54-58. Рус.

Приводятся результаты экспериментального исследования нормального соударения цилиндрических ударников с морским льдом. Анализируется динамика развития волновых процессов в толще соленой ледяной преграды и поведение сил сопротивления прониканию ударников при различных значениях скорости соударения. Рассматривается возможность использования индукционных сечений для фиксации во времени положения ударников в преграде в диапазоне начальных значений скоростей 800–1500 м/с. С использованием метода импульсного рентгенографирования получены диаграммы движения (зависимость глубины от времени) и размеры образующихся каверн.

20.06-01.329 Построение единой кривой моделирования процесса кратерообразования компактными ударниками различной формы. Краус Е.И., Фомин В.М., Шабалин И.И. Прикладная механика и техническая физика. 2020. 61, № 5, с. 199-210. Рус.

Выполнена серия численных расчетов параметров соударения компактных тел различной формы с массивными мишенями. Экспериментально показано, что зависимость безразмерной глубины кратера, образованного ударниками различной формы, от безразмерной кинетической энергии описывается единой кривой моделирования процесса.

См. также **20.06-01.66, 20.06-01.81, 20.06-01.130, 20.06-01.258, 20.06-01.259, 20.06-01.319**

Поглотители слабых и интенсивных акустических волн

20.06-01.330 Идентификация динамических характеристик упругости и демпфирующих свойств титанового сплава ОТ-4 на основе исследования затухающих изгибных колебаний тест-образцов. Паймушин В.Н., Фирсов В.А., Шлишкин В.М. Проблемы машиностроения и надежности машин. 2019, № 2, с. 27-39. Рус.

Показано значительное снижение динамического модуля упругости титанового сплава ОТ-4 в диапазоне частот 0–25 Гц по сравнению со статическим модулем упругости с даль-

нейшей стабилизацией отмеченного динамического модуля при частотах 25–80 Гц на основе исследования затухающих изгибных колебаний серии консольно закрепленных тест-образцов; разработана методика идентификации демпфирующих свойств отмеченного сплава при растяжении — сжатии с учетом внутреннего и внешнего аэродинамического демпфирования на основе метода конечных элементов и минимизации целевой функции, содержащей экспериментальные и расчетные логарифмические декременты колебаний тест-образца; построена матрица аэродинамического демпфирования конечного элемента на основе аппроксимации Морисона для представления погонной силы аэродинамического сопротивления при колебаниях тест-образца; получена усредненная по нескольким тест-образцам амплитудная зависимость логарифмического декремента колебаний, представляющая демпфирующие свойства исследуемого сплава ОТ-4.

20.06-01.331 Оценка объема нефтепродуктов в резервуарах методом измерения акустической интенсивности. Клещев А.А., Колышалин В.М., Лебедев Г.А., Майоров В.С., Попков В.С., Троицкий А.В. Морские интеллектуальные технологии. 2020. 3, № 4, с. 158-163. Рус.

Проводятся экспериментальные исследования акустического поля в воздушном объеме цилиндрической оболочки с различными видами материалов, расположенных в виде донного слоя. Целью экспериментальных исследований акустического поля, возбуждаемого в воздушном объеме резервуара с помощью удара, является оценка остатка объема нефтепродукта на днище резервуара методом интенсивности. Находятся собственные частоты колебаний воздуха в резервуаре, рассматривая его стенки абсолютно жесткими, а днище импедансным. Рассматривается метод поиска коэффициентов поглощения акустической энергии для различных видов тестовых веществ, по своим свойствам являющихся близкими к остаткам нефтепродуктов на модели резервуара. Основное внимание в работе уделено получению аналитического выражения для оценки остатка с применением экспериментальных данных модельных исследований спектральных характеристик интенсивности источника акустических колебаний. Компьютерное моделирование акустического поля корреляционное взаимодействие первых отражений (от импедансного днища и абсолютно жесткой крышки резервуара) позволяет визуально оценить как поглощающие свойства материала на днище, так и рациональное позиционирование акустического зонда анализатора интенсивности при измерениях. Результаты работы предполагается использовать в натуральных условиях для регистрации нефтяных остатков нефтяных резервуаров. Исследованная бесконтактная система акустического контроля может найти применение для регистрации объема жидких, сыпучих и смешанных агрегатных композиций в вертикальных цилиндрических резервуарах, осуществляемых в средствах воздушного, наземного и водного транспорта, не исключая и ядерные отходы.

См. также **20.06-01.134, 20.06-01.258, 20.06-01.259**

Шумоизоляция

См. **20.06-01.302**

Обработка акустических сигналов; Компьютерное моделирование

Компьютерная обработка результатов эксперимента

См. **20.06-01.262, 20.06-01.304**

Компьютерный эксперимент и численное решение классических линейных задач

См. **20.06-01.103**

Компьютерный эксперимент и численное решение нелинейных задач

См. **20.06-01.103**

Обработка акустических изображений

См. **20.06-01.101, 20.06-01.262**

Акустическая голография и томография

20.06-01.332 Преобразование данных лазерной ультразвуковой томографии в медицинский формат DICOM. Новиков М.М., Решетов И.В., Симонова В.А., Бычков А.С., Карабутов А.А., Чербыло С.А., Святославов Д.С. *Оптика и спектроскопия.* 2020. 128, № 7, с. 1055-1060. Рус.

Разработана экспериментальная установка для лазерно-

акустической томографии биологических тканей. Проведены экспериментальные исследования фантомных образцов. Разработана программа для преобразования графических данных лазерно-акустической томографии в стандартный медицинский формат. Ключевые слова: лазерная ультразвуковая томография, формат DICOM, биологическая ткань, цифровая модель, графические данные.

Акустика живых систем; Биологическая акустика

Действие акустических колебаний на биологические среды и живые организмы

20.06-01.333 Вариационный метод разделения аортальной и легочной компонент звука второго тона сердца. Корольков А.И., Андреев В.Г., Грамович В.В., Алексеевская А.М., Мартынюк Т.В., Руденко О.В. *Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки.* 2020. 493, № 1, с. 84-89. Рус.

Предложен вариационный метод разделения сигнала звука второго тона сердца на аортальную и легочную компоненты, основанный на минимизации функционала с использованием модельных сигналов, зависящих от ряда параметров. Определен диапазон изменения указанных параметров и проведено тестирование алгоритма на модельных сигналах и на сигналах, полученных у пациентов с легочной гипертензией. Проведен анализ погрешностей метода в зависимости от уровня шума и времени задержки между компонентами. Продемонстрирована работоспособность алгоритма при разделении сигналов, измеренных у пациентов, и определении задержки между компонентами. Показана корреляция между временем задержки и давлением в легочной артерии, что может служить основой нового метода диагностики легочной гипертензии.

Распространение акустических волн в тканях и органах

20.06-01.334 Определение массового расхода крови в кровеносном сосуде по собственным частотам изгибных колебаний. Тимербулатов В.М., Тимербулатов Ш.В., Хакимов А.Г. *Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки.* 2020. 492, № 1, с. 88-91. Рус.

Исследованы собственные изгибные колебания кровеносного сосуда с движущейся кровью, находящегося под действием растягивающей силы и давления в сосуде. Учитываются силы инерции кровеносного сосуда, кориолисовы и центробежные силы, обусловленные движением крови. Определяются волновые числа, а используя граничные условия, находится частотное уравнение. По двум частотам изгибных колебаний можно определить скоростной параметр, относительную массу крови на единицу длины кровеносного сосуда и, как следствие, массовый расход крови по кровеносному сосуду. Полученные результаты могут быть использованы для акустического метода определения скорости крови, относительной массы крови на единицу длины кровеносного сосуда и массового расхода крови по кровеносному сосуду.

См. также **20.06-01.333**

Речеобразование и восприятие речи

20.06-01.335 Звукоподражательные слова в китайском и кыргызском языках. Токсоналиева А.М. *Наука, новые технологии и инновации.* 2017, № 7, с. 260-262. Рус.

20.06-01.336 Звуковая форма гидронима как когнитивная основа водных названий в языке. Джанапоров Н.Р. *Наука, новые технологии и инновации.* 2017, № 12, с. 191-193. Рус.

20.06-01.337 Речь составляется из звука. Искендеров Ж.И. *Наука, новые технологии и инновации.* 2018, № 9,

с. 119-123. Рус.

Рассмотрены речь и художественное чтение на сцене театрального искусства. Также говорится об использовании голоса разного диапазона, о восстановлении дыхания, его правильного держания, точного высказывания каждой буквы, при разговоре употребления работы языка и челюсти. В общем она направлена на правильное восстановление дыхания, голоса, артикуляции, дикции и орфоэпии, которая является главной основой техники художественного слова. Даны примеры по восстановлению дыхания, его правильного держания, правильного выражения каждой буквы, при начале разговора употребления работы языка и челюстей и использования голоса при различных диапазонах. Особое внимание уделено работе над текстами потому, что слово является основным источником актерских обязанностей. Как и других видах искусства при мастерстве художественного слова есть техника вникания с любовью к каждому слову. Мы изучаем соответствующие законы по речи на сцене. Этому помогает грамматика, синтаксис, пунктуация.

20.06-01.338 Роль звуковых средств в звуковой картине мира. Мамытова А.К. *Наука, новые технологии и инновации.* 2019, № 10, с. 232-236. Рус.

Статья посвящена понятию звуковой картины мира. Рассматриваются и анализируются научные исследования известных отечественных и зарубежных лингвистов, подчеркивается огромный интерес к исследованию и систематизированию звукового мира. Лингвисты, такие как, Н.Н. Моисеев, И.Г. Рузин, Ю.В. Казарина, С.В. Стефановская, Н.Н. Евтугова, Н.А. Куряшкина, И.А. Шаронов, Н.А. Мишанкина, Е.В. Тишина, С.С. Шляхова, Н.И. Ашмарин, А.М. Газов-Гинзберг, Н.К. Дмитриев делят звуки окружающей реальности на различные группы звуков. По последним исследованиям, звуковая языковая картина мира не была расшифрована полностью или систематизирована, единый термин еще не появился. Исходя из этого, предлагается в данной статье нашу классификацию.

20.06-01.339 Понятие "звукосреда" и способы ее перевода в тексте. Мамытова А.К. *Нано- и микросистемная техника.* 2006, № 9, с. 182-185. Рус.

Статья посвящается термину «звукосреда» и способы ее перевода. Звукосреда - это в естественных науках и семантических исследованиях языка является частью звуковой картины мира. Способы перевода делятся на два: количественный перевод и качественный перевод, иногда при использовании качественного способа, перевод не всегда совпадает с оригиналом. Разделение звукосреды на гомогенные и гетерогенные единицы, также создает легкость перевода. Гомогенная звукосреда — это совокупность глаголов звукоподражания с одинаковыми аффиксами. Гетерогенная звукосреда — это совокупность глаголов звукоподражания с разными аффиксами. Но, самое главное, в процессе перевода следует принимать во внимание социологические, психикоакустические, лингвокультурные особенности народа и иметь понимание, что глаголы звукообозначения являются яркими красками произведения.

20.06-01.340 Особенности перевода глаголов звукоподражания в кыргызском и английском языках. Мамытова А.К. *Нано- и микросистемная техника.* 2006, № 9, с. 194-197. Рус.

Рассматривается роль перевода глаголов звукоподражания в художественных литературах. В статье ономотопея обозначается как одно из наиболее ярких экспрессивных средств художественного литературного языка. При текстовом анализе

отмечается, что глаголы звукоподражания в зависимости от функции в тексте должны быть переведены на основе определенной закономерности. На основе нижеследующей классификации предусмотрено совершенствование и упрощение процесса перевода с кыргызского языка на английский язык либо с английского языка на кыргызский язык: звукоизобразительная функция, характеризующая функция, функция, производящая впечатление, симплифицирующая функция, функция экономии языковых средств, эстетическая и экспрессивная функция. В процессе перевода некоторые глаголы звукообозначения могут быть исключены для сохранения стилистической красоты художественной языковой единицы (например, эстетическая и экспрессивная функция).

Акустика эхолоцирующих животных

См. 20.06-01.163

Звукообразование и восприятие акустических сигналов животными

20.06-01.341 Формирование многокомпонентных сигналов. *Селин Е.П., Чередниченко С.Д. Прикладная акустика. Междудементственный тематический научный сборник. Том 10.* Таганрог: Таганрогский радиотехнический ин-т имени В.Д. Калмыкова. 1983, с. 63-70. Рус.

Физические основы технической акустики

Устройства для генерации, репродукции, приема акустических сигналов

20.06-01.342 Армированные преобразователи для параметрических излучателей звука. *Василовский В.В., Побигай В.Т., Тарасова Г.Б. Прикладная акустика. Междудементственный тематический научный сборник. Том 10.* Таганрог: Таганрогский радиотехнический ин-т имени В.Д. Калмыкова. 1983, с. 120-124. Рус.

20.06-01.343 Ультразвуковой преобразователь с регулируемыми распределениями амплитуд смещения. *Кравченко Г.Ф., Максимов В.Н. Прикладная акустика. Междудементственный тематический научный сборник. Том 10.* Таганрог: Таганрогский радиотехнический ин-т имени В.Д. Калмыкова. 1983, с. 124-130. Рус.

20.06-01.344 Акустический преобразователь, построенный на использовании электрокинетических явлений. *Шарфарец В.П., Лебедев Г.А., Пызов Д.С., Сергеев В.А., Сетин А.И. Морские интеллектуальные технологии.* 2019. 1, № 1, с. 141-152. Рус.

Предложены необходимые уравнения и краевые условия для описания акустических полей, вызываемых электрокинетическими явлениями: наличием двойного электрического слоя и приложенного электрического поля, являющегося суммой постоянного поля и электрического поля, несущего акустическую информацию. Уравнения рассматриваются для условий вязкой несжимаемой и сжимаемой жидкости 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. Приведен пример модельных расчетов.

20.06-01.345 О диссипации энергии за счёт выделения Джоулева тепла в электроосмотическом процессе при работе электроакустического преобразователя. *Шарфарец В.П., Легуша Ф.Ф. Морские интеллектуальные технологии.* 2019. 2, № 3, с. 151-156. Рус.

На примере заполненного жидкостью кругового капилляра, к которому приложено постоянное тангенциальное электрическое поле, изучается диссипация энергии, вызванная выделением Джоулева тепла при протекании тока. При этом для соблюдения баланса энергии учитывается явление перенапряжения на электродах. Изучены вопросы баланса энергии в стационарном электроосмотическом процессе в указанном капилляре. Получено выражение для суммарной мощности потерь в объеме капилляра, вызванных вязким трением и выделением Джоулева тепла. Приведено его упрощенное асимптотиче-

ское выражение, зависящее от безразмерного параметра: отношения радиуса капилляра к длине Дебая. Численно показано, что асимптотика начинает действовать при значении параметра, большем четырех. Для реальных капилляров это справедливо, так как длина Дебая в двойном электрическом слое составляет единицы нанометров. Полученная асимптотика сводит выражения для потерь, состоящие из сложных функций к простым алгебраическим выражениям, куда входят все параметры физического процесса. Анализ потерь показывает, что суммарная мощность потерь пропорциональна длине капилляра, квадрату амплитуды вектора электрической напряженности, отношению радиуса капилляра к длине Дебая. Кроме того, величина суммарной мощности потерь линейно зависит от динамической вязкости рабочей жидкости, электрокинетического потенциала двойного электрического слоя на границе раздела фаз в капилляре, подвижности ионов и их концентрации в жидкости, заряда ионов, а также диэлектрической проницаемости жидкости. Полученные выражения очень компактны, что позволяют легко анализировать влияние каждого параметра задачи на происходящие электрокинетические процессы и, следовательно, оптимизировать конструкцию электроакустического преобразователя. Приведенные выражения позволяют оптимизировать конструкцию электроакустического преобразователя нового типа, основанного на использовании электрокинетических явлений.

20.06-01.346 Выбор порога селекции сигнала по уровню в обнаружителях с нормализованным индикаторным процессом. *Егоров С.Б., Горбачев Р.И. Морские интеллектуальные технологии.* 2020. 3, № 1, с. 111-114. Рус.

Предложена вероятностная модель работы автономного обнаружителя на этапе ожидания сигнала, когда момент появления сигнала неизвестен и по этой причине решающая статистика, сравниваемая с порогом, формируется непрерывно во времени в режиме «скользящего окна». Ложная тревога в этом случае эквивалентна появлению хотя бы одного выброса помехового индикаторного процесса выше порога на максимально возможном интервале ожидания сигнала. Высота порога такова, что ложные выбросы являются редкими событиями, подчиняющимися закону Пуассона. На основе такой вероятностной модели показано, что вероятность ложной тревоги равна среднему числу ложных выбросов на максимально возможном интервале ожидания сигнала. Для обнаружителей с нормализованным индикаторным процессом получены соотношения, определяющие порог селекции сигнала по заданной вероятности ложной тревоги на заданном максимально возможном интервале ожидания сигнала. Показано, что в определении порога важную роль играет средняя квадратичная частота флуктуаций помехового индикаторного процесса. Дана численная оценка увеличения порога по сравнению с его значением, определенным по вероятности ложной тревоги «в точке». Показано, что определение порога по предложенной методике особенно актуально для обнаружителей, работающих в длительном автономном режиме.

См. также 20.06-01.113

Акустические измерения и аппаратура

20.06-01.347 Гидролокатор для исследовательских целей. *Гренчишин В.А., Гурский В.В. Прикладная акустика. Междугосударственный тематический научный сборник. Том 10.* Таганрог: Таганрогский радиотехнический ин-т имени В.Д. Калмыкова. 1983, с. 86-93. Рус.

20.06-01.348 Применение параметрических излучателей для исследования распределения пузырьков по размерам в морской воде. *Акуличев В.А., Буланов В.А., Киселев В.Д., Клепин С.И. Прикладная акустика. Междугосударственный тематический научный сборник. Том 10.* Таганрог: Таганрогский радиотехнический ин-т имени В.Д. Калмыкова. 1983, с. 116-120. Рус.

20.06-01.349 Исследование погрешности акустических измерений при различных углах падения акустических волн на измерительный микрофон. *Драган С.П., Богомолов А.В., Дроздов С.В., Котляр-Шапиров А.Д. Датчики и системы.* 2020, № 3, с. 32-38. Рус.

Изложены результаты измерений при различных углах падения акустических волн на мембрану измерительного микрофона конденсаторного типа, показавшие, что для минимизации неопределенности измерений в технической документации на микрофоны следует указывать нормируемые частотные характеристики чувствительности при разных углах падения звуковой волны.

20.06-01.350 Математическая модель процесса течения с использованием вибрационного воздействия на режущий инструмент. *Синько А.Н., Никонова Т.Ю., Юрченко В.В., Матешов А.К., Марченко И.А. Морские интеллектуальные технологии.* 2020, 1, № 2, с. 216-222. Рус.

Проведено математическое моделирование процесса течения с использованием волнового воздействия на режущий инструмент. Установлены зависимости между видом образующейся стружки и качеством обработанной поверхности от интенсивности вводимых в зону резания колебаний, а также численные данные параметров режима резания. Авторами установлено, что существует определенный оптимальный уровень колебаний, при котором наблюдается максимальная стойкость инструмента, повышение производительности и улучшение качества обработанной поверхности. Данные зависимости позволяют разработать структурную схему и последовательность проектирования операций с применением вибрационного течения. Для данного процесса авторами установлен оптимальный уровень интенсивности колебаний применительно к инструментам, оснащенным твердым сплавом, при обработке конструкционных и высоколегированных материалов. Практической значимостью работы является получение математических моделей о процессе течения с использованием вибрационного воздействия на режущий инструмент, на основании которых были получены данные и созданы прототипы режущих инструментов для применения в аппаратах вибрационного течения. Основной методикой получения математических данных о вибрационном воздействии на режущий инструмент является обобщение многочисленных экспериментальных данных, а также проведение исследования с помощью программ твердотельного проектирования. В результате исследований получены параметрические уравнения, позволяющие на стадии проектирования прогнозировать и описывать траекторию движения режущей кромки резца при вибрационном воздействии на режущий инструмент. Получены графические схемы траектории перемещения режущей кромки инструмента, демонстрирующие переменное сечение срезаемого слоя при вибрационном воздействии на режущий инструмент.

20.06-01.351 Исследование по оценке толщины корабельных палубных балок методом на основе волн Лэмба. *Зе-Ю Д., Хай-Тао В., Сиань-Мин Ян., Синь Ли., Джун Шу., Мэн Х.Ц. Дефектоскопия.* 2020, № 8, с. 10-20. Рус.

Как основной силовой элемент конструкции современных кораблей, корабельная палубная балка имеет большое значение и регулярно находится в условиях больших длительных внеш-

них переменных нагрузок. Методы, используемые при техобслуживании, как правило, зависят от толщины балок. Из-за ограничений используемых методов контроля толщины балок не могут точно оцениваться во время техобслуживания. Поэтому в этой статье предлагается метод контроля, основанный на активных волнах Лэмба, с помощью которого можно оценивать толщину балок. С одной стороны, разработана двумерная (2D) конечно-элементная модель балок и изучена возможность оценки толщины балок с помощью трех индексов повреждения сигнала моды A0. С другой стороны, проводятся также эксперименты. Для эффективного подавления шумов в измеренных сигналах используется декомпозиция по вариационным модам (ДВМ) для определения параметров сигнала в эксперименте, а также используются три индекса повреждения для оценки толщины балок. Экспериментальные результаты показывают, что тенденция изменения трех индексов повреждения согласуется с результатами моделирования. Кроме того, индекс повреждения по энергии рассеянного сигнала на основе моды A0 является более подходящим для определения толщины балок. Таким образом, этот метод оказался подходящим для контроля балок с различной толщиной.

См. также [20.06-01.118](#), [20.06-01.119](#), [20.06-01.346](#)

Акустическая диагностика и неразрушающий контроль

20.06-01.352 Ультразвуковой контроль термомеханических характеристик заготовок из TiNi. *Хасьянов У., Угурчиев У. Проблемы машиностроения и надежности машин.* 2019, № 4, с. 102-105. Рус.

Рассмотрены особенности характеристик сплавов, обладающих эффектами памяти формы и сверхупругостью. Представлены принципы проведения контроля термомеханических характеристик материала заготовок перед их непосредственным применением. В статье представлен ультразвуковой метод контроля фазовых превращений для заготовок применительно к муфтам термомеханического соединения.

20.06-01.353 Обзор аппаратных решений в многоканальных системах акустической эмиссии. *Терентьев Д.А., Елизаров С.В., Алякритский А.Л., Шиманский А.Г., Буганков А.А. Территория NDT. Международное журнал по неразрушающему контролю.* 2020, № 3, с. 58-66. Рус.

Для передачи и преобразования первичного сигнала акустической эмиссии в набор типовых параметров отдельных импульсов, таких как амплитуда, длительность, время нарастания и т.п., в современных акустико-эмиссионных системах используются три ключевых элемента: канал связи, аналого-цифровой преобразователь и акустикоэмиссионный процессор. Рассмотрены все три возможных варианта их взаимного расположения, которые соответствуют традиционной архитектуре, цифровой модульной компоновке и архитектуре «цифровой датчик». Показаны преимущества, ограничения, рекомендованные сферы применения и примеры реализации каждой из трех архитектур.

20.06-01.354 Задачи ставят время. Рельсовая дефектоскопия — интересное и перспективное направление. *Интервью с А.А. Марковым. Марков А.А. Территория NDT. Международное журнал по неразрушающему контролю.* 2020, № 4, с. 28-35. Рус.

20.06-01.355 О возможности контроля процесса деформирования сплава АМг61 по акустическим параметрам. *Илягинский А.В., Родюшкин В.М. Вестник научно-технического развития.* 2020, № 5, с. 27-33. Рус.

Решается практическая задача использования принципов нелинейной акустики при исследовании процесса деформирования образцов сплава АМг61. Для контроля состояния сплава использована поверхностная упругая волна. Процесс распространения упругой волны в деформируемом сплаве АМг61 в силу нелинейных эффектов сопровождается генерацией удвоенной частоты, как продольной составляющей волны, так и сдвиговой, "запрещенной" уравнениями классической теории

упругости. Показано, что нелинейный акустический параметр, наравне с активностью акустической эмиссии, чувствителен к смене механизмов эволюции дефектной структуры. Зафиксировано формирование скачка нелинейности в процессе деформирования сплава АМгб1, что может свидетельствовать о перестройке структуры металла.

20.06-01.356 Применение неэквилибрантного преобразования Фурье для решения задач ультразвуковой томографии с использованием антенных решеток. *Долматов Д.О., Ермошин Н.И., Конева Д.А., Седнев Д.А. Дефектоскопия.* 2020, № 8, с. 3-11. Рус.

В ультразвуковой томографии с использованием технологии цифровой фокусировки антенной задача повышения производительности контроля неразрывно связана с задачей повышения скорости получения синтезированных изображений. Данная задача может быть эффективно решена при одновременном использовании нескольких подходов, направленных на повышение скорости получения результатов. В рамках этой работы рассматривается алгоритм неэквилибрантного быстрого преобразования Фурье (НБПФ). НБПФ может быть использован в существующих вычислительно-эффективных алгоритмах пространственно-временной обработки с расчетами в частотной области и способен обеспечивать корректное восстановление синтезированных изображений при использовании разреженных и неэквилибрантных антенных решеток. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о способности алгоритма на основе НБПФ восстанавливать синтезированные изображения с высокой разрешающей способностью.

20.06-01.357 Статические испытания кессона композиционного крыла самолета с использованием акустической эмиссии и тензометрии. *Серьезнов А.Н., Степанова Л.Н., Лазненко А.С., Кабанов С.И., Кожеев В.Л., Чернова В.В. Дефектоскопия.* 2020, № 8, с. 12-21. Рус.

Выполнены статические испытания двухлонжеронного кессона крыла из углепластика Т800. Контроль объекта в процессе нагружения осуществлялся с использованием метода акустической эмиссии (АЭ) и тензометрии. В режиме реального времени определялась относительная деформация материала в областях наклепки тензодатчиков (на панелях кессона, стенках лонжеронов и полках стрингеров). Установлены элементы кессона, в которых наблюдалось нелинейное изменение относительных деформаций, а также регистрировались остаточные деформации после снятия нагрузки. Методом АЭ локализованы источники сигналов, координаты которых соответствовали расположению трещин и нервюры. Кластеризация зарегистрированных сигналов АЭ по оцифрованной форме позволила сгруппировать их по источникам, соответствующим разрушению конструкции. Показано, что в процессе нагружения кессона крыла наблюдалось увеличение структурного коэффициента сигналов АЭ, соответствующее расслоению углепластика в зоне локации.

20.06-01.358 Обратная задача идентификации малого дефекта на основе асимптотического метода. *Ватульян А.О., Беляк О.А. Дефектоскопия.* 2020, № 8, с. 3-9. Рус.

Рассмотрена обратная задача реконструкции полости малого характерного размера в ортотропном слое на основании информации о поле перемещений на поверхности слоя, измеренного в рамках частотного зондирования. Разрешающие уравнения в обратной задаче основаны на системе граничных интегральных уравнений, сформулированных только по границе полости. В случае антиплоских колебаний на основании асимптотического подхода получены формулы для определения характеристик малого дефекта. Приведены результаты вычислительных экспериментов.

20.06-01.359 Физика, терминология и технология в ультразвуковой дефектоскопии головными волнами. *Разыграев Н.П. Дефектоскопия.* 2020, № 9, с. 3-19. Рус.

Исследование, дополнительная проработка и анализ физики, истории и терминологии в ультразвуковой дефектоскопии металлов головными волнами.

20.06-01.360 Влияние размеров кристаллов напол-

нителя на параметры акустической эмиссии при испытании на растяжение деталей из пластифицированного октогена. *Нижифорова М.С., Костюков Е.Н. Дефектоскопия.* 2020, № 9, с. 20-27. Рус.

Проведено исследование изменения параметров акустической эмиссии, развивающейся при квазистатическом деформировании деталей из пластифицированного октогена крупной и мелкой фракций в условиях растяжения. Определены характерные изменения акустико-эмиссионных зависимостей и абсолютных значений параметров акустической эмиссии при переходе от крупнозернистой к мелкозернистой структуре материала. В соответствии с результатами проведенных экспериментов проанализированы возможные варианты развития процесса накопления поврежденности и разрушения деталей при изменении размера кристаллов, формирующих их внутреннюю структуру. В качестве подтверждения соответствующих изменений параметров акустической эмиссии исследована структура поверхности деталей в зонах их разрушения с помощью электронного микроскопа. Процесс разрушения деталей, изготовленных на основе мелкодисперсного октогена, в условиях растяжения происходит мгновенно при достижении в какой-либо части объема критического уровня поврежденности и создания условий для объединения микротрещин с образованием макротрещины. Для деталей, имеющих в своем составе крупнодисперсный октоген, характерно разрушение по принципу «слабого» звена, т.е. локализация микротрещин в одной или нескольких зонах по объему деформируемого материала уже на начальной стадии нагружения. Эти зоны становятся местами объединения трещин и очагом их дальнейшего развития на новом масштабном уровне вплоть до разрушения. Полученные результаты расширяют существующее представление о процессе накопления поврежденности и разрушения энергетических материалов и могут быть использованы при разработке и усовершенствовании соответствующих математических моделей.

20.06-01.361 Акустико-эмиссионный контроль раннего зарождения дефектов в образцах из углепластика при статическом и тепловом нагружении. *Степанова Л.Н., Чернова В.В., Рамазанов И.С. Дефектоскопия.* 2020, № 10, с. 12-23. Рус.

Проведены статические испытания образцов из углепластика Тогауса Т700, Т800, состоящих из девяти монослоев с укладкой $[\pm 45/90/03/90/\pm 45]$, с геометрическими размерами $600 \times 100 \times 0,9$ мм и $500 \times 100 \times 1,4$ мм. В процессе статического и теплового нагружения осуществлен контроль дефектов акустико-эмиссионным (АЭ) методом. Два образца статически нагружались и одновременно подвергались воздействию температуры $T=100^\circ\text{C}$. Шесть образцов нагружались статически при температуре $T=20^\circ\text{C}$. В режиме реального времени были локализованы источники сигналов АЭ, которые соответствовали разрушению материала образцов. Для них из зон локации образцов изготавливались шлифы и проводилась фрактография материала углепластика. Выполнен анализ зарегистрированной АЭ-информации. Рассмотрены основные информативные параметры сигналов АЭ, локализованных в рабочей зоне образцов. С использованием кластерного анализа по цифровой форме для сигналов АЭ определены три типа кластеров. Для первого типа кластеров частота сигналов АЭ превышала 175 кГц и отмечался сравнительно большой уровень энергетического параметра MARSE. В кластерах второго типа наблюдались сигналы АЭ, регистрируемые при статическом нагружении и нагреве образца и обладающие меньшими значениями MARSE и медианной частотой, не превышающей 170 кГц. При испытании образцов без нагрева медианная частота не превышала 140 кГц. Третий тип кластеров был сформирован из сигналов АЭ, частота которых превышала 400 кГц. Подобные кластеры были характерны только для образцов, испытанных при температуре $T=20^\circ\text{C}$.

20.06-01.362 Применение пленочных пьезопреобразователей для возбуждения и регистрации бегущих упругих волн в системах активного мониторинга протяженных конструкций. *Еремин А.А., Глушкова Е.В., Глушкова Н.В. Дефектоскопия.* 2020, № 10, с. 24-38. Рус.

В настоящее время активно развиваются технологии непрерывного ультразвукового мониторинга состояния протяженных

конструкций с помощью бегущих упругих волн, возбуждаемых и регистрируемых сетью пленочных пьезоэлементов. Бегущие волны взаимодействуют с неоднородностями (дефектами) любой природы, выявляя их наличие, возникающими при дифракции отраженными и рассеянными волнами, а изменение их характеристик указывает на деградацию прочностных свойств материала в процессе эксплуатации. На основе измерений, проведенных на лабораторных образцах, демонстрируются возможности пленочных пьезоэлементов генерировать зондирующие сигналы различного вида, а также варьировать их амплитудно-частотными характеристиками в широком частотном диапазоне. Математическое моделирование волновых процессов проводится в рамках интегрального подхода, базирующегося на явном интегральном и асимптотическом представлении возбуждаемых волн через фурье-символ матрицы Грина рассматриваемой волноводной структуры. Приводятся данные экспериментальных измерений, подтверждающие применимость разработанной на этой основе упрощенной модели в двухмодовом диапазоне возбуждения фундаментальных волн Лэмба.

20.06-01.363 Асимптотический метод решения задачи идентификации криволинейной трещины в упругом слое. *Ватульян А.О., Яеруян О.В. Дефектоскопия.* 2020, № 10, с. 39-48. Рус.

Рассмотрена обратная геометрическая задача идентификации внутреннего криволинейного дефекта в ортотропном упругом слое. Идентификация параметров дефекта (местоположение, глубина залегания, размер, ориентация) осуществлена по данным акустического анализа полей смещений и их характеристик, измеренных на части верхней границы слоя. Рассматривается установившийся режим колебаний и два случая — антиплоские и плоские колебания полосы. Предложен эффективный асимптотический подход к исследованию прямой и обратной задачи для трещин малого относительного размера. Предлагаемая схема позволяет существенно упростить решение прямой задачи и свести решение обратной задачи к нахождению параметров дефекта из трансцендентных уравнений. Представлены численные результаты вычислительных экспериментов.

20.06-01.364 Методы глубокого обучения для определения параметров дефектов в сварных швах по ультразвуковым сигналам. *Суджир К., Нанджита Н.М., Пайнени Бавагна Венкат Сай В., Налламту В.К. Дефектоскопия.* 2020, № 10, с. 49-59. Рус.

Описана компьютерная интерпретация ультразвуковых сигналов, отображающих дефекты сварных деталей. В данном исследовании изучается применимость долгой краткосрочной памяти (ДКСП) для определения параметров дефектов. Благодаря преимуществу ДКСП, первый метод включает обучение ДКСП непосредственно на сигналах, используемых в качестве входных данных, и тестирование его способности обнаруживать дефекты по входным сигналам. Большой разброс в длине входных последовательностей приводит к разреженности в других последовательностях, это влияет на общую точность. Следовательно, во втором методе ДКСП обучается также и на характеристиках сигналов, было обнаружено, что общая точность контрольных данных составляет 67,64%. Эти характеристики являются статистическими параметрами, полученными из коэффициента аппроксимации входных сигналов. Входные сигналы разлагаются по новому вейвлет-шаблону.

20.06-01.365 Выбор оптимальных параметров ультразвукового теневого бесконтактного способа контроля изделий из полимерных композитных материалов. *Качанов В.К., Соколов И.В., Караваев М.А., Концов Р.В. Дефектоскопия.* 2020, № 10, с. 60-70. Рус.

Показано, что для повышения чувствительности ультразвукового бесконтактного теневого контроля изделий из полимерных композиционных материалов (ПКМ) необходимо наряду с известными методами (увеличением амплитуды зондирующего сигнала, использованием радиотехнических методов обработки сигналов, использованием высокочувствительных электроакустических преобразователей) оптимизировать параметры бесконтактного контроля. Определены критерии выбора протяженности воздушных промежутков между излучающим преоб-

разователем и объектом контроля и между объектом контроля и приемным преобразователем, а также определены критерии выбора длительности зондирующих сигналов. Предложены методы повышения надежности контроля краевых областей изделий из ПКМ с небольшой толщиной. Приведены результаты автоматического бесконтактного сканирования изделий из ПКМ в теновом режиме с помощью адаптивного измерительного комплекса, позволяющего адаптировать параметры контроля для каждого нового контролируемого изделия.

20.06-01.366 Системы акустико-эмиссионного мониторинга при техническом диагностировании промышленных объектов. *Недосека А.Я., Недосека С.А., Яременко М.А., Овсиенко М.А. Техн. диагност. и неразруш. контроль.* 2020, № 3, с. 37-42. Рус.

См. также **20.06-01.174, 20.06-01.180, 20.06-01.208, 20.06-01.209, 20.06-01.258, 20.06-01.259, 20.06-01.261, 20.06-01.351**

Акустические методы обработки материалов и изделий

20.06-01.367 Воздушно-плазменное напыление функциональных покрытий. *Зайко Т.И., Палагушкин Б.В., Кузьмин В.И., Гуляев И.П., Сергачёв Д.В., Корниенко Е.Е. Морские интеллектуальные технологии.* 2019, 1, № 3, с. 28-34. Рус.

Представлены предварительные результаты разработки сверхзвукового воздушного плазмотрона для напыления порошковых материалов. Возможность реализации сверхзвукового режима истечения термической плазмы позволяет ликвидировать преимущества в получении высокоплотных покрытий таких высокоскоростных методов газотермического напыления, как детонационного и сверхзвукового газоплазменного (HVOF и HVAF). А использование в качестве плазмообразующего газа обычного воздуха позволяет не только снизить стоимость и срок окупаемости оборудования, но и реализовать температурные и динамические характеристики напылительной струи, обеспечивающие условия нанесения качественных покрытий различных классов. Таким образом, работа над сверхзвуковым плазменным оборудованием направлена на создание доступной отечественной высокоскоростной технологии, способной заменить вышеуказанные методы. Первые же эксперименты по измерению скорости частиц дисперсной фазы высокотемпературного гетерогенного потока показали, что использование сверхзвукового режима истечения термической плазмы позволило увеличить среднюю скорость напыляемых частиц более чем в 1,5 раза. Такое повышение скорости является существенным, так как приводит к увеличению кинетической энергии частиц в 3 раза. Также в работе приводится сравнение характеристик напылённых в дозвуковом и сверхзвуковом режимах покрытий из никелевых сплавов. Пористость покрытий из частиц порошка Ni-Al, сформированных со сверхзвуковыми скоростями, в 3 раза ниже, чем у покрытий, сформированных на дозвуковых режимах, и составляет менее 2%. Значительная пластическая деформация частиц порошка при соударении их с твердой подложкой или с уже затвердевшим материалом покрытия способствует также тому, что в покрытиях не наблюдается исходных частиц. Показана перспективность сверхзвуковых режимов напыления для получения высокоплотных покрытий. Намечены пути дальнейшего повышения скорости частиц при воздушно-плазменном напылении функциональных покрытий.

См. также **20.06-01.325**

Акустические технологии в промышленности

20.06-01.368 К расчету виброударных процессов с повторными соударениями (дребезгом). *Крупенин В.Л. Проблемы машиностроения и надежности машин.* 2020, № 3, с. 3-10. Рус.

Рассмотрена задача расчета параметров затухающих колебаний с соударениями двух систем с одной степенью свободы.

Такие колебания могут сопровождаться виброударными процессами с повторными соударениями (режимами с дребезгом). Характер этих процессов зависит от принятых моделей диссипации энергии и конструктивных особенностей соударяющихся объектов. Даны соответствующие уравнения движения. Приводятся методика построения законов движения, основанная на методе усреднения виброударных систем. Приведены примеры. Рассмотрения могут быть использованы, например, при расчете и анализе специфических явлений, возникающих в элементах коммутационных устройств, а также и в других системах, в частности, связанных с описанием вибрационных полей, генерируемых при посредстве ударов.

См. также **20.06-01.322**

Акустический мониторинг технологических процессов

См. **20.06-01.359**, **20.06-01.361**, **20.06-01.362**, **20.06-01.364**, **20.06-01.365**

Акустическая метрология и калибровка

20.06-01.369 Особенности метрологического обеспечения современных гидроакустических комплексов. *Волянский В.В., Гаркушенко В.Г. Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы юбилейной научно-технической конференции «Проблемы прикладной гидроакустики». №2(46)*. Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2005, с. 47-51. Рус.

Среди комплекса организационно-технических мероприятий,

направленных на решение задач по поддержанию значений основных технических параметров образца и включающих систему подготовки, систему пополнения ЗИП, организацию оперативных и плановых ремонтов и др., одно из важнейших мест принадлежит метрологическому обеспечению ГАК. Метрологическое обеспечение ГАК — это установление и применение комплекса научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, направленных на достижение единства, требуемой точности измерений и повышения достоверности контроля в целях обеспечения заданной эффективности ГАК. Метрологическое обеспечение ГАК включает в себя: определение состава параметров, измеряемых при контроле технического состояния, при поиске места отказа, при настройках и регулировках, а также определение допусков на них и норм точности их измерения; определение состава средств измерений для обеспечения эксплуатации и технического обслуживания ГАК; разработку и аттестацию методик выполнения измерений, реализуемых в системах измерительного контроля; проведение метрологических экспертиз разрабатываемого ГАК. Метрологическое и диагностическое обеспечение влияет как на потенциальную эффективность ГАК (за счет измерения, настройки и регулировки параметров, определяющих эффективность боевого применения), так и на его боеготовность (за счет оперативного определения и прогнозирования технического состояния образца, а также обеспечения оперативного восстановления работоспособности). Следовательно, обобщенным показателем метрологического обеспечения является боевая эффективность образца или ее приращение за счет разработки и внедрения эффективных методов метрологического обеспечения.

См. также **20.06-01.243**

Физика

20.06-01.370 Приоритетные результаты, полученные в области фундаментальной и прикладной физики. *Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки*. 2020. 492, № 1, с. 3. Рус.

DOI: 10.31857/S2686740020030141.

20.06-01.371 Некоторые приоритетные результаты, полученные в области физики в 2019 году (из отчетного доклада академика-секретаря ОФН РАН). *Щербанов И.А. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки*. 2020. 492, № 1, с. 4-53. Рус.

Работа содержит некоторые научные результаты, полученные в области физики в 2019 году в научных организациях, ранее принадлежавших ФАНО России и находящихся под научно-методическим руководством Отделения физических наук РАН, и основана на отчетном докладе академика-секретаря Отделения физических наук РАН. Результаты соответствуют Программе фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013—2020 годы. Эта программа предусматривает осуществление широкого научного поиска, проведение фундаментальных и ориентированных исследований, создающих новые контуры техники и технологии завтрашнего дня, в интересах организационно-научного обеспечения достижения стратегических национальных приоритетов. Направления фундаментальных научных исследований в рамках Программы были сформированы исходя из приоритетных направлений исследований и планов государственных академий наук. В докладе приводится сводная информация о работе научных организаций по разным направлениям физики, для иллюстрации приведены примеры отдельных достижений в виде аннотаций.

20.06-01.372 Таммовские плазмон-поляритоны для захвата света в органических солнечных элементах. *Бикбаев Р.Г., Ветров С.Я., Тимофеев И.В., Шабанов В.Ф. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки*. 2020. 492, № 1, с. 54-57. Рус.

Предложена модель органического солнечного элемента, в которой фоточувствительный слой принимает участие в формировании таммовского плазмон-поляритона, локализованного на

ее границе с многослойным зеркалом. Показано, что при конструировании таких солнечных элементов можно полностью отказаться от использования металлических контактов, что позволяет избежать нежелательных потерь в системе. Установлено, что интегральное поглощение в активном слое может быть увеличено на 10% по сравнению с оптимизированным планарным солнечным элементом.

20.06-01.373 Использование мощных электромагнитных импульсов для воздействия на бактерии и вирусы. *Гуляев Ю.В., Таранов И.В., Черепенин В.А. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки*. 2020. 493, № 1, с. 15-17. Рус.

Обсуждается гипотеза о возможности использования сильных электромагнитных импульсов для эффективного воздействия на бактерии и вирусы. Анализируется простая модель корона-вируса, позволяющая в квазистатическом приближении получить оценки напряженности электрического поля.

20.06-01.374 Поверхностная проводимость топологического кондо-изолятора SmB_6 , легированного иттербием. *Демидов С.В., Анисимов М.А., Воронцов В.В., Гильманов М.И., Глушков В.В., Карасев М.С., Филипов В.Б., Шицевалова Н.Ю. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки*. 2020. 493, № 1, с. 23-28. Рус.

Исследована температурная зависимость проводимости топологического кондо-изолятора (ТКИ) $\text{Sm}_{1-x}\text{Yb}_x\text{B}_6$ в области температур $2 < T < 300$ К для составов с $x \leq 0.024$. Обнаружено, что примесь иттербия наиболее сильно влияет на низкотемпературную ($T < 20$ К) электропроводность: при изменении от $x=0$ до $x=0.024$ энергия активации объемной проводимости уменьшается в 1.8 раза — от 4 до 2.2 мэВ, а 2D-проводимость поверхности увеличивается в 6 раз. Выполненное разделение вкладов в проводимость позволило установить, что для описания проводимости 2D-поверхностных состояний у ТКИ $\text{Sm}_{1-x}\text{Yb}_x\text{B}_6$ может быть использована модель однопараметрического скейлинга, в которой учитываются как взаимодействие с фононами, так и эффекты электрон-электронного рассеяния.

20.06-01.375 Влияние постоянного магнитного поля

на некоторые физико-химические свойства водных растворов. *Щербаков И.А., Баймлер И.В., Гудков С.В., Лязов Г.А., Мизайлова Г.Н., Пустовой В.И., Саримов Р.М., Симакин А.В., Троицкий А.В. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки. 2020. 493, № 1, с. 34-37. Рус.*

Исследовано влияние постоянного магнитного поля с индукцией до 7 Тл на концентрацию растворенного молекулярного кислорода, концентрацию пероксида водорода, окислительно-восстановительный потенциал и удельную электропроводность водных растворах с низкой концентрацией активных примесей. Показано, что концентрация растворенного молекулярного кислорода в воде при действии магнитного поля с индукцией до 7 Тл существенно не изменяется, тогда как концентрация пероксида водорода испытывает линейный рост. Установлено, что водородный показатель pH воды с усилением поля в этом диапазоне индукций имеет тенденцию к уменьшению в пределах 10%. При увеличении индукции наблюдается рост показателя окислительно-восстановительного потенциала воды. Изменение его значения составляет примерно 7 мВ/Тл. Показано, что с увеличением индукции до 2 Тл удельное электрическое сопротивление исследуемой воды падает примерно до 0.6 МОм·см, а при более высоких значениях индукции практически не изменяется.

20.06-01.376 Применение метода блочного элемента в одной граничной задаче академика И.И. Воровича. *Бабешко В.А., Евдокимова О.В., Бабешко О.М. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки. 2020. 493, № 1, с. 42-47. Рус.*

На примере граничных задач — векторной (система дифференциальных уравнений) и скалярной (одно уравнение) — демонстрируются особенности их решений при использовании метода блочного элемента. В этом методе решения могут быть представлены в упакованном и распакованном виде. В настоящем сообщении на примере двух впервые точно решенных методом блочного элемента векторной и скалярной граничных задач разъясняются эти свойства в сопоставлении. Векторная граничная задача ранее была поставлена академиком И.И. Воровичем своему ученику, точное ее решение дается в работе.

20.06-01.377 Применение интеграла Джеллетта при наличии трения качения. *Борисов А.В., Иванов А.П. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки. 2020. 493, № 1, с. 48-50. Рус.*

В «Трактате по теории трения» Джеллетт рассмотрел задачу о подъеме оси симметричного волчка со сферической пяткой, движущегося по шероховатой горизонтальной плоскости. Ключом к решению стал найденный Джеллеттом первый интеграл, вид которого инвариантен характеру силы трения в опоре: скалярное произведение кинетического момента на радиус-вектор точки контакта постоянно. Исследуются возможности обобщения этого подхода на случай, когда к силе трения добавляется момент трения качения.

20.06-01.378 Управление ориентацией тела при помощи нескольких подвижных масс. *Черноусько Ф.Л. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки. 2020. 493, № 1, с. 70-74. Рус.*

Рассматривается задача об управлении ориентацией твердого тела при помощи нескольких вспомогательных точечных масс, движущихся относительно тела. Предложен алгоритм переориентации тела, основанный на простых движениях этих масс. Показано, что наличие нескольких (более трех) подвижных масс существенно облегчает выбор областей их возможных движений.

20.06-01.379 Трибоиндуцированный эффект экранирующего действия этаноламинов и соединений холестерина при динамическом контакте металлов в пластичных смазках. *Колесников В.И., Ермаков С.Ф., Сычев А.П., Шершнев Е.Б., Пискунова Е.Д. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки. 2020. 493, № 1, с. 79-83. Рус.*

Обнаружен индуцированный при фрикционном взаимодействии сопряженных поверхностей эффект интегрального экра-

нирующего действия пластичных смазочных материалов, содержащих этаноламины и соединения холестерина жидкокристаллического типа. Показано, что данный эффект защитных противоизносных свойств пластичных смазочных материалов существенно повышается с использованием в них в качестве базовой основы в отличие от очищенных минеральных масел промежуточных фракций нефтепереработки — дистиллятов нефтяных, которые, вследствие присутствия природных поверхностно-активных веществ в процессе динамического контакта и взаимодействия с этаноламинами и соединениями холестерина, образуют смазочные слои с низким сопротивлением сдвигу и высокими противоизносными свойствами.

20.06-01.380 Метод эффективных мод для оценки температуры слабосвязанных молекулярных систем. *Белега Е.Д., Трубников Д.Н., Чулищев А.И. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки. 2020. 494, № 1, с. 5-9. Рус.*

Предложен подход для оценки числа мод коллективного движения частиц в слабосвязанной молекулярной системе, основанный на методе главных компонент. На примере кластера молекул воды (H_2O_8) показаны существенные различия оценок числа эффективных и нормальных мод и установлены энергетические и временные пороговые критерии применимости метода нормальных мод.

20.06-01.381 Новые типы решений классических трехмерных SU(2)-уравнений Янга—Миллса. *Борисов А.В. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки. 2020. 494, № 1, с. 10-12. Рус.*

Найдены новые типы трехмерных решений классических уравнений Янга—Миллса в представлении Фаддеева—Ниemi. В частном случае они описывают трехмерные вихри.

20.06-01.382 Характеризация качества пленок CVD-синтезированного графена методами сканирующей зондовой микроскопии. *Ринкевич А.Б., Корж Ю.В., Клепикова А.С., Толмачева Е.А. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки. 2020. 494, № 1, с. 31-34. Рус.*

Исследован вопрос эффективности использования электрических свойств для характеристики графеновых структур, полученных методом химического осаждения из газовой фазы, сформированных на подложках из различных материалов: медной фольги, стекла, кремния, Al_2O_3 . В работе показана высокая чувствительность методов зонда Кельвина, сканирующей емкостной и электростатической микроскопии к количеству слоев графена на поверхности подложек из разных материалов.

20.06-01.383 Об устойчивости циркуляционных систем. *Козлов В.В. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки. 2020. 494, № 1, с. 47-50. Рус.*

Изучается устойчивость линейных механических систем в непотенциальном силовом поле. При наличии циркуляционных сил система не будет консервативной, однако ее всегда можно представить в гамильтоновой форме. Когда потенциальная энергия имеет максимум, то равновесие неустойчиво независимо от присутствия циркуляционных сил.

20.06-01.384 Модель микромеханического акселерометра, основанного на явлении модальной локализации. *Морозов Н.Ф., Индейцев Д.А., Игумнова В.С., Беляев Я.В., Лукин А.В., Попов И.А., Штуккин Л.В. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки. 2020. 494, № 1, с. 51-56. Рус.*

Предложена модель микроэлектромеханического акселерометра с двумя подвижными балочными элементами, расположенными между двумя неподвижными электродами. Действие переносных сил инерции в продольном направлении приводит к изменению спектральных свойств системы, что является полезным выходным сигналом датчика. Динамика системы при наличии слабой электростатической связи между чувствительными элементами характеризуется явлением модальной локализации — значительным изменением амплитудных соотношений для форм синфазных и противофазных колебаний при малых изменениях измеряемой компоненты вектора ускорения

объекта. Показано, что чувствительность датчика, основанного на модальной локализации, может на порядки превосходить чувствительность известных систем, основанных на измерении сдвига собственных частот.

20.06-01.385 **Плоские движения тела, управляемого при помощи подвижной массы.** Черноусько Ф.Л. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки. 2020. 494, № 1, с. 69-74. Рус.

Рассматриваются плоские движения твердого тела, управляемого при помощи вспомогательной точечной подвижной массы. Между телом и горизонтальной плоскостью действуют силы сухого трения. Показано, что при определенных условиях тело может быть переведено в любое состояние на плоскости, так что система вполне управляема.

20.06-01.386 **Волны тепла — новая опасность для энергосистемы России.** Клименко В.В., Гинзбург А.С., Федотова Е.В., Терешин А.Г. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки. 2020. 494, № 1, с. 82-88. Рус.

Рассмотрены изменения температурных экстремумов на территории России и выполнен анализ влияния этих изменений на балансы российских энергосистем. Опираясь на актуальные данные метеорологических наблюдений и энергетическую статистику, авторы провели расчет наблюдаемого изменения экстремальных климатических характеристик в течение последних семидесяти лет и оценили его воздействие на режимы работы энергосистем. Установлено, что климатические изменения на территории России, выражающиеся в повышении температуры воздуха во всех регионах и всех сезонах, приводят к замедлению роста зимних и увеличению роста летних максимумов нагрузки практически во всех энергосистемах, тем самым способствуя увеличению надежности энергоснабжения. При этом возможна ситуация, в которой в южных энергодефицитных регионах в летний период при одновременном нарушении межсистемных связей и режимов работы генерирующих объектов, в том числе обусловленном погодноклиматическими факторами, возникнут нарушения электроснабжения.

20.06-01.387 **Роль кривизны решетки в деградации структуры поверхностного слоя металла рельсов при длительной эксплуатации.** Панин В.Е., Громов В.Е., Иванов Ю.Ф., Юрьев А.А., Кормышев В.Е. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки. 2020. 494, № 1, с. 89-92. Рус.

Проведен анализ эволюции/деградации структуры и фазового состава материала головки 100-метровых дифференцированно закаленных рельсов после экстремально длительной эксплуатации. Показано, что подобные условия нагружения приводят к различным структурным трансформациям на поверхности головки рельсов. Образование кривизны решетки в междоузлиях кристалла и возникновение там высокоподвижных межузельных структурных состояний обуславливает растворение перлита. Оно происходит на глубину ≈ 10 мм. В поверхности катания в слое ≈ 2 мм на него накладывается образование наномасштабной субструктуры, на границах которой выделяются наночастицы карбидной фазы. Разрушение металла рельсов в первую очередь будет протекать в поверхностном слое выкружки, где формируется критический уровень кривизны кристаллической решетки и максимальна концентрация межузельных вакансий.

20.06-01.388 **Опыт создания персональной поисковой библиографической системы, ориентированной на конкретную область научных или инженерных знаний.** Филимонов И.А. Труды МАИ. 2020, № 114, <http://trudymai.ru/published.php?ID=119009>. Рус.

Рассмотрен опыт создания и примеры применения персональной поисковой библиографической системы, работающей на основе банка научных публикаций AI Corpus, созданного в Институте искусственного интеллекта Пола Аллена. Получена система, дополняющая такие поисковики, как Google, и, благодаря использованию открытых компонентов, может служить платформой для развития поисковых и справочно-аналитических функций более высокого уровня. Предложен подход, позволяющий производить поиск информации в два этапа, на первом

этапе — путём выборки из глобального хранилища, а затем, на втором этапе — путём проведения поиска внутри этой выборки с тонким учётом специальных интересов владельца системы. Объектом исследований являются системы информационного и аналитического обслуживания в области программной инженерии. Реализованная система может также использоваться для поиска, отбора и анализа документов в области аэрокосмической техники.

20.06-01.389 **Экспериментальные исследования сезонной предсказуемости погоды, выполненные на основе климатической модели ИВМ РАН.** Воробьева В.В., Володин Е.М. Мат. моделир. 2020. 32, № 11, с. 47-58. Рус.

Описана технология построения набора начальных данных с использованием методики устранения смещения модельного климата по отношению к реальному для проведения экспериментов сезонного временного масштаба с математической моделью климата Института вычислительной математики (ИВМ) РАН, разработанной изначально для многолетних экспериментов. Проведен сравнительный анализ средних по всем годам коэффициентов корреляции аномалий для зимних сезонов различных метеополей и регионов с аналогичными результатами модели ПЛАВ. Выявлено наличие увеличения коэффициентов корреляции аномалий в годы явлений Эль-Ниньо и Ла-Нинья. Показано совпадение фаз квазидвухлетнего колебания. Выполнено сравнение модельных аномалий давления на уровне моря, количества осадков и температуры поверхности с аномалиями реанализа и показано сходство.

20.06-01.390 **Компромиссные паретовские оценки параметров линейной регрессии.** Носков С.И. Мат. моделир. 2020. 32, № 11, с. 70-78. Рус.

Материал настоящей статьи основан на работах автора, посвященных построению множества Парето в двухкритериальной задаче оценивания параметров линейного регрессионного уравнения с функциями потерь, соответствующими городскому расстоянию и расстоянию Чебышева. Известно, что первая из них не чувствительна к выбросам, вторая же, напротив, к ним тяготеет. В этих работах показано, что такая задача сводится к многокритериальной задаче линейного программирования, а ее решением является множество Парето. Предлагается способ проверки паретовости произвольной оценки параметров, а также, в случае выявления ее непаретовости, определения компромиссных в заданных смыслах оценок. При этом все сформулированные задачи сводятся к достаточно простым в вычислительном отношении задачам линейного программирования.

20.06-01.391 **Моделирование задач магнитной гидродинамики на высокопроизводительных вычислительных системах.** Четверушкин Б.Н., Савельев А.В., Савельев В.И. Мат. моделир. 2020. 32, № 12, с. 3-13. Рус.

Обсуждается алгоритм решения задач магнитной газовой динамики, который хорошо адаптируется на архитектуру вычислительных систем с экстремальным параллелизмом. В основе алгоритма лежит кинетическая модель, описывающая динамику ансамбля нейтральных и заряженных частиц, а также магнитного поля. В качестве иллюстрации приводятся результаты 3D-расчета динамики проводящей несжимаемой жидкости (расплавленного натрия) в канале, сопряженном с каверной.

20.06-01.392 **Турбулентность и модель мультипликативного каскада волатильности.** Никулин Э.Е., Пестерев А.А. Мат. моделир. 2020. 32, № 12, с. 43-54. Рус.

Разработана модель волатильности для нескольких временных горизонтов с учетом распределения частот колебаний цены. Суть модели заключается в способности выявления и использования «несущих частот» рыночных цен для получения более точной оценки текущей волатильности. Наше внимание сосредоточено на определении структуры рынка, учтенной в динамике цены и отражающей наличие рыночных агентов, работающих на разных временных горизонтах. Чтобы оценить предлагаемую модель, мы решили сравнить оценки волатильности, рассчитанные для индекса S&P 500, с индексом VIX, выбранным в качестве основного объективного индикатора волатильности рынка. Сравнение исторической волатильности, модели мультипликативного каскада и предложенной модели показало преимущество последней с точки зрения средней аб-

солютной процентной ошибки.

20.06-01.393 Разностная схема с анализатором симметрии для уравнений магнитной гидродинамики. Устюгова Г.В., Колдоба А.В. *Мат. моделир.* 2020. 32, № 12, с. 65-80. Рус.

Предлагается вычислительный алгоритм для численного моделирования двумерных МГД-течений, использующий анализатор симметрии в качестве элемента численного метода. Алгоритм основан на конечнообъемной схеме годовновского типа с приближенным решением задачи Римана для расчета потоков. Используется полярная сетка, но аппроксимация уравнений импульса и магнитной индукции проводится в декартовой системе координат. Предполагается, что течения либо преимущественно однородные плоскосимметричные, либо преимущественно осесимметричные относительно оси сетки. Для реконструкции векторных переменных в расчетных ячейках используется анализатор симметрии, позволяющий локально отнести течение к одному из указанных типов. В зависимости от того, к какому типу будет отнесено векторное поле, для его реконструкции используются соответствующие компоненты.

20.06-01.394 Модель гидродинамического механизма перемещения наномоторов. Мартынов С.И., Ткач Л.Ю. *Мат. моделир.* 2020. 32, № 12, с. 81-94. Рус.

На основе экспериментов по перемещению биметаллического стержня Pt/Au в растворе перекиси водорода предлагается модель гидродинамического механизма такого движения. Предлагаемая модель основывается на уравнениях гидродинамики вязкой жидкости и динамики частиц и учитывает гидродинамическое взаимодействие всех заряженных частиц в жидкости между собой и стержнем. Стержень и индуцированный реакцией заряд моделируется как дипольный агрегат, а ионы — как облако мелких заряженных частиц в окружающей его вязкой жидкости. Численное моделирование и визуализация расчетов проведено с использованием специально разработанного программного комплекса. Проведенные численные расчеты подтвердили возможность дипольного агрегата перемещаться в результате действия гидродинамической силы, создаваемой формируемым течением окружающей жидкости, во всех рассмотренных случаях распределения мелких частиц и их суммарного заряда. Получено качественное согласие модельных значений скорости и потенциала диполя с экспериментальными данными.

20.06-01.395 Метод сверхбыстрого расчета состава и термодинамики многокомпонентной плазмы. Белов А.А., Димаков В.С., Козлитин И.А. *Мат. моделир.* 2020. 32, № 12, с. 95-102. Рус.

Детально описан алгоритм расчета состава плазмы на основе улучшенного метода Райзера. Проведено сравнение результатов расчетов по данному методу и с помощью решения системы уравнений Саха с учетом вырождения электронов. Предложен метод поиска корня уравнения одной переменной, не уступающий по надежности методу дихотомии и превосходящий по скорости метод Брента в задаче расчета состава многокомпонентной плазмы. Приведены формулы расчета термодинамических функций плазмы.

20.06-01.396 Моделирование механизмов разрушения поверхностного слоя метеороида под воздействием термического фактора. Андрущенко В.А., Головешкин В.А., Сызранова Н.Г. *Мат. моделир.* 2020. 32, № 12, с. 103-113. Рус.

На основе уравнений классической линейной теории упругости поставлена и аналитически решена модельная задача о напряженно-деформированном состоянии упругого цилиндра, имитирующего падающее в атмосфере метеорное тело, с нагретым из-за тепловых нагрузок тонким приповерхностным слоем. Именно в рамках линейной постановки задачи удалось выделить и отдельно исследовать на этот процесс влияние неоднородного температурного поля. Рассчитаны максимальные сдвиговые напряжения для двух случаев нагрева этого слоя, соответствующих быстровращающемуся цилиндру и движущемуся без вращения, превышающие критическую величину прочности его материала. За последнее десятилетие астрономами было выявлено несколько десятков малых тел Солнечной систе-

мы декаметровых размеров, обладающих достаточно высокими начальными периодами вращения еще в космическом пространстве. Выявлены особенности механизмов формирования поверхностного рельефа выпадающих метеороидов различных типов для этих случаев. Так, быстро быстровращающиеся метеороиды, подверженные эффекту шелушения — сбрасывания тонкого нагретого внешнего слоя, выпадали в виде метеоритов с гладкой поверхностной структурой. Для падающих же поступательно — метеориты имели скульптурный рельеф поверхности, покрытый ремаглиптами, порожденными вихрями Гёртлера.

20.06-01.397 Динамика распространения информации в социуме в условиях ажиотажа. Михайлов А.П., Южно Л.Ф. *Мат. моделир.* 2020. 32, № 12, с. 129-140. Рус.

Рассматривается процесс распространения информации в обществе среди ее возможных adeptов (названных так для краткости индивидов, воспринимающих эту информацию) при наличии недоверия, под которым понимается снижение уровня интереса к усвоению предлагаемой информации. При этом предполагается, что степень влияния недоверия определяется ажиотажем, т.е. скоростью изменения количества adeptов по времени. Рассмотрена математическая модель этого процесса, которая представляет собой задачу Коши для нелинейного обыкновенного дифференциального уравнения, зависящего от нескольких числовых параметров. В результате проведенного исследования сформулированы условия, которым должны удовлетворять параметры задачи для ее корректной разрешимости. Полученные условия, кроме того, могут быть использованы при прогнозировании, а также при моделировании описанных режимов изучаемого процесса.

20.06-01.398 Молекулярная модификация углеводородного топлива воздействием различных физических полей. Каминский В.Ю., Грушецкий С.М., Анисимов П.Ф., Турусов С.Н. *Морские интеллектуальные технологии.* 2018. 4, № 4, с. 57-64. Рус.

Фактором развития отечественной экономики является повышение конкурентоспособности транспортных систем, в том числе, за счёт снижения удельного потребления энергоносителей. В ближайшие десятилетия на транспорте будут преобладать двигатели внутреннего сгорания. Топливная экономичность подобных двигателей теснейшим образом связана с их экологическими характеристиками. Решение энергоэкологических задач может быть получено в рамках улучшения физико-химических характеристик углеводородного топлива за счет изменения структуры его молекулярного состава (группового и фракционного). Для увеличения полноты сгорания топлива необходимо сокращать (дезинтегрировать) углеводородные скелеты молекул сжигаемого топлива. Это обеспечивает уменьшение вязкости топлива, улучшение условий его распыления, повышает теплоту сгорания и, за счет этого, обуславливает некоторое повышение мощности двигателя. Для уменьшения энергии связи атомов в молекуле топлива и облегчения их дезинтеграции можно использовать различные физические поля: электрические, магнитные, акустические, а также их комбинации. Подобное воздействие переводит молекулы углеводородов в возбужденное состояние, при этом для разрыва углеводородных цепей требуется меньшая энергия. Проведённый в статье анализ результатов исследований различных авторов по изучению влияния на характеристики углеводородного топлива физических полей различной природы показал, что для модификации топлива, с целью снижения его расхода и повышения качества сгорания, целесообразно использовать переменное электрическое поле, что сопровождается незначительными материальными и энергетическими затратами.

20.06-01.399 ЭУФ-наноитография как средство производства СВИС и инструмент нанотехнологий. Сейсян Р.П. *Нано- и микросистемная техника.* 2006, № 6, с. 2-22. Рус.

Представлен аналитический обзор идей и современного состояния экстремально ультрафиолетовой (ЭУФ) наноитографии, а также иитографии в глубоком ультрафиолете, — с элементами оригинального исследования. Рассматриваются основные факторы, влияющие на разрешающую способность фотоито-

графического процесса, в том числе зависимость разрешения от длины волны и числовой апертуры оптической системы, и возможности уменьшения "технологического" коэффициента в выражении для минимально разрешаемой полосы. Приводятся данные разрабатываемой отечественной модели экспериментального нанолитографа, нацеленного на реализацию максимально высокого разрешения. Оценивается максимальное разрешение ЭУФ-литографического метода, а также пути дальнейшего выхода на уровень разрешения, соответствующим первым единицам нанометров, необходимым для реализации произвольных наноструктур. Нанолитография способна вдохнуть новую жизнь в такие "старые" приборы, как лазер на квантовых точках, лазер с распределенной обратной связью, акустоэлектронные и акустооптические приборы. Здесь появляется возможность строгой организации излучающих диполей, или же заданной прецизионной нерегулярности полос дифракционной решетки, либо акустических рефлекторов, придающих системам новые свойства организации (например, фо-

кусировки) оптических или акустических волн.

20.06-01.400 О линейных поперечных колебаниях троса космического лифта. *Садов Ю.А., Нуралиева А.Б. Прикл. мат. и мех.* 2020. 84, № 5, с. 543-553. Рус.

Исследуются малые поперечные колебания сверхдлинного гибкого нерастяжимого троса космического лифта относительно равновесного вертикального положения. Показано, что в линейном приближении колебания в плоскости экватора и в меридиональной плоскости разделяются и имеют одинаковые наборы собственных функций, а их собственные частоты связаны простым соотношением. Описана постановка задачи Штурма—Лиувилля для определения собственных частот и собственных мод колебаний троса. Обсуждается ее преобразование с целью упрощения расчетов.

См. также **20.06-01.50**, **20.06-01.51**, **20.06-01.61**, **20.06-01.329**

Астрономия

20.06-01.401 Вычисление потенциала притяжения астероида (433) Эрос с точностью до членов четвертого порядка. *Буров А.А., Никонов В.И. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки.* 2020. 492, № 1, с. 58-62. Рус.

Описывается способ вычисления компонент тензоров Эйлера—Пуансо вплоть до четвертого порядка, присутствующих в разложении гравитационного потенциала. Результаты иллюстрируются на примере астероида (433) Эрос.

20.06-01.402 Конструкция радиотелескопа РТ-32 на основе антенной системы МАРК-4Б. 3. Местные осцилляторы и собственный шум приемной системы. The RT-32 radio telescope construction based on the MARK-4b antenna system. 3. Local oscillators and self-noise of the receiving system. *Ulyanov O.M., Zakharenko V.V., Alekseev E.A., Reznichenko O.M., Kulahin I.O., Budnikov V.V., Prisiazhnii V.I., Poikhalo A.V., Voytyuk V.V., Mamarev V.N., Ozhinsky V.V., Vlasenko V.P., Chmil V.M., Sunduchkov I.K., Berdar M.M., Lebed V.I., Palamar M.I., Chaikovskii A.V., Pasternik Yu V., Strembitskii M.A., Natarov M.P., Steshenko S.O., Glamazdin V.V., Shubnyi O.I., Kyrylenko A.O., Kulyk D.Yu. Радиофизика и радиоастрономия.* 2020. 25, № 3, с. 175-192. Англ.

Предмет и цель работы: Исследование с высоким разрешением спектральных линий космических радиоисточников требует низких собственных шумов приемной системы радиотелескопа. Они обеспечиваются как входными криогенными усилителями, так и низкими фазовыми шумами гетеродинов. Для выполнения спектральных исследований необходимо иметь возможность перестроения частот гетеродинов с малым частотным шагом. В работе приведены результаты разработки синтезаторов частоты, которые одновременно обеспечивают как очень малый частотный шаг, так и низкий уровень фазовых шумов. Приведены также результаты измерений собственных шумов криогенных приемных систем радиотелескопа РТ-32. Методы и методология: Приемные системы РТ-32 созданы по схемам супергетеродинных приемников с двумя степенями преобразования частоты. Настройка приемной системы с частотным шагом 10 или 20 МГц обеспечивается гетеродина первого преобразования частоты, а точная настройка происходит благодаря сверхвысокой разрешающей способности (0.0001 МГц) гетеродинов второго преобразования частоты, созданные на основе синтезаторов прямого цифрового синтеза. Результаты: Показано, что применение синтезаторов прямого цифрового синтеза возможно только с низкими значениями коэффициентов умножения частоты, а также при тщательной фильтрации всех опорных сигналов. Измерение параметров гетеродинов проводилось с помощью спектра N9951A (Keysight Technologies), который имеет высокое разрешение и широкий динамический диапазон. Для измерений шумовых характеристик радиоприемной системы радио-

телескопа была изготовлена специально согласованная нагрузка с возможностью охлаждения до температуры жидкого азота. Измерения шумовой температуры было проведено в различных разрезах приемного тракта РТ-32. Сопоставление таких измерений в различных конфигурациях дает возможность сделать предварительную оценку собственных шумов РТ-32 в С и К диапазонах. Вывод: Результаты измерений собственных шумов радиоприемных систем и фазовых шумов гетеродинов радиотелескопа РТ-32 показывают, что радиотелескоп в С-диапазоне способен выполнять высокочувствительные исследования как в широкой полосе частот, так и в узкой полосе частот с высокой спектральной разрешающей способностью. В К-диапазоне собственные шумы сопоставимы ($\approx 60-80$ К) с внешними шумами, что также дает возможность исследовать излучение мазерных источников.

20.06-01.403 Первое обнаружение на декаметровых длинах волн и уточнение радиационных параметров PSR J2325-0530, PSR J0613 + 3731, PSR J1426 + 52 радиопульсаров. First detection at the decameter wavelengths and clarification of radiation parameters of PSR J2325-0530, PSR J0613+3731, and PSR J1426+52 radio pulsars. *Kravtsov I.P., Zakharenko V.V., Vasyliieva I.Y., Shevtsova A.I., Yerin S.M., Ulyanov O.M., Konovalenko O.O., Vasylykivskiy Y.V., Myasoyed A.I. Радиофизика и радиоастрономия.* 2020. 25, № 3, с. 193-210. Англ.

Предмет и цель работы: В связи с существенным увеличением за последние десять лет количество открытых на высокочастотных радиотелескопах пульсаров и необходимостью получения точных параметров их излучения в декаметровом диапазоне, а также для отождествления открытых на УТР-2 одиночных импульсов насыщенной необходимостью стало проведение второго декаметрового переписи этих источников с помощью радиотелескопа УТР-2. Методы и методология: Одиночные импульсы, открытые в результате проведения первого декаметрового учитывающая пульсаров и источников транзитной излучения, могут оказаться аномально интенсивными импульсами недавно открытых пульсаров. Отождествление возможно только при наличии точной информации о степени дисперсии (МД), характерную для этих пульсаров. Учитывая то, что новые пульсары, вероятно, имеют невысокое значение плотности потока излучения, во втором переписи, в отличие от первого декаметрового переписи пульсаров, планируется увеличить соотношение сигнал/шум за счет увеличения времени наблюдения каждого пульсара. В работе представляется полный перечень исследуемых источников, ограниченных по мере дисперсии 3 ($DM\ 30\ \text{пк см}^{-3}$), периодом пульсара ($P > 0.1$ с) и склонением ($\delta > 10^\circ$) известных к началу 2020 г., а также примеры детектирования декаметрового излучения пульсаров с помощью конвейерной обработки данных наблюдений с возможностью гибкой настройки параметров поиска. Результаты: Впервые в низкочастотном диапазоне было обнаружено радиоизлучение

пульсаров PSR J2325-0530, PSR J0613+3731 и PSR J1426+52. Основным результатом этой работы является уточнение периода последнего из них (PSR J1426+52), что составляет 0.995866 ± 5 мкс. Были уточнены также другие параметры его радиоизлучения. Вывод: Высокая чувствительность радиотелескопа УТР-2, его приемной аппаратуры и эффективный конвейер обработки и анализа данных позволяют выявлять декаметровое излучение слабых пульсаров, а также получать его параметры с точностью, достаточной для отождествления открытых ранее транзитной сигналов.

20.06-01.404 Определение знака величины меры вращения при приеме однократной линейной поляризации радиоизлучения пульсара. Determination of the rotation measure value sign when receiving a single linear polarization of the pulsar radio emission. *Ульянов О.М., Shevtsova A.I., Yerin S.M. Радиофизика и радиоастрономия.* 2020. 25, № 4, с. 253-267. Англ.

Purpose: The studies of pulsars allow enriching our knowledge in determination of parameters of both the exotic electron-positron plasma in the pulsar magnetosphere with strong magnetic field and the ordinary ion-electron plasma of the interstellar medium, which exists in a weak magnetic field. To determine the parameters of the both plasma types it is reasonable to use polarization characteristics of a pulsed radio emission of pulsars. An accurate determination of these characteristics is quite a complex problem. For its solving, primarily we have to determine two parameters of the propagation medium — its dispersion and rotation measures. Their absolute values can be determined with the relative precision of 10^{-4} , but the problem of rotation measure value sign determination arises. This sign depends on the interstellar magnetic field direction along the line of sight. Here, a new method of rotation measure value sign determination is proposed. Design/methodology/approach: Muller polarization matrices are usually used for determination of such a propagation parameter as the rotation measure absolute value. When only one linear polarization is received, using of these matrices allows quite accurate determining the absolute value of the rotation measure, but not the sign of this parameter due to a certain symmetry of these matrices with respect to the direction of the linear polarization rotation plane. If we complement the system of equations, which determines the rotation measure value, with some new additional components, which take into account the contributions of the Earth ionosphere and magnetosphere to the rotation measure value, one can notice that this contribution is always positive in the Southern magnetic hemisphere (the majority of the Northern geographical hemisphere) and is always negative in the Northern magnetic hemisphere (the majority of the Southern geographical hemisphere). Moreover, the absolute value of this contribution is maximal at noon and minimal at midnight, when the concentration of ions in the Earth ionosphere is maximal and minimal, respectively. Accounting for these regularities allows to determine not only the absolute value of the rotation measure, but also its sign by means of two independent time-shifted estimations of the observed absolute value of this parameter for various ionization degrees of the Earth ionosphere. Findings: We show that using of additional equations, which take into account the contribution of the Earth ionosphere and magnetosphere to the value of the rotation measure parameter, allows full determination of this parameter accounting for the sign of this value even for the antennas, which can record a single linear polarization only. This approach allows to determine all polarization parameters of the pulsar radio emission as well as of the pulsed or continuum polarized radio emission of other cosmic sources. Conclusions: The paper presents the results of measurement of the rotation measure for the two closest to the Earth pulsars, namely J0814+7429 (B0809+74), J0953+0755 (B0950+08), and the comparison of the proposed technique for this parameter determination with other existing techniques.

20.06-01.405 Периодические и спорадические вариации спектральной плотности потока остатка сверхновой Cas A. Periodic and sporadic variations in the spectral flux density of the Cas A supernova remnant. *Горбунов А.А., Рыбов М.И., Sukharev A.L., Bezrukovs V.V. Радиофизика и радиоастрономия.* 2020. 25, № 4, с. 268-275. Англ.

Purpose: Based on the long-term study data in all radio spectrum ranges, the nature of deviations of spectral flux density of the Cas A supernova remnant from the tendency of its secular decrease is considered. The aim of this work is determining the presence of quasiperiodic variations and sporadic changes in the Cas A spectral radiation flux density depending on frequency. Design/methodology/approach: The main database is using the published results obtained with the method of absolute measurements of the Cas A spectral radiation flux density in a wide range from millimeter to decimeter wavelengths, as well as the results obtained with the method of relative measurements of the ratio of the flux densities of the Cas A supernova remnant and radio galaxy Cyg A, this latter being used as a reference source in the meter wavelength range. For making comparison with the aforesaid data obtained with different methods, the results of a long-term monitoring (since 1987) of the variation of the ratio of the spectral flux densities of Cas A and Cyg A made with the URAN-4 radio telescope of the Institute of Radio Astronomy of the National Academy of Sciences of Ukraine at 25 MHz were used. Findings: As a result of the analysis of the observed data for the Cas A radiation flux density in the entire radio wavelength range, the existence of quasiperiodic variations in the range from millimeter to meter wavelengths within 2 to 9 years has been noted. The reason for the detected quasiperiodic variations can be the processes in the Cas A remnant itself. In the decimeter wavelength range, according to monitoring data obtained with the URAN-4 radio telescope, the seasonal-diurnal and long-term variations are noted, being associated with changes in the ionosphere state in the solar activity cycle, with some weak appearance of the secular decrease of the Cas A radiation flux. The presence of sporadic variations in the ratio of the spectral flux densities of Cas A and Cyg A is associated with the effect of the increased solar activity. For explaining the lowering of the Cas A spectral flux density to the Cyg A level and maintaining the excess of the Cas A flux at decimeter waves, the quasi-simultaneous observations made with radiotelescopes for different wavelength ranges will be required. Conclusions: The evolution of the Cas A supernova remnant remains the focus of interest of current research efforts. An intriguing moment was the discovery of a point X-ray source in the center of radio source Cas A as a possible supernova remnant. The role of this source in the Cas A radio flux secular decrease and in its variations needs to be clarified. A detailed analysis of the long-term data and making quasi-simultaneous observations will allow to reveal the processes occurring in the radio source itself and to determine the influence of the ionosphere state on the results of measurements. A joint program is suggested for observations of Cas A and Cyg A flux variations with the RT-32 and RT-16 radio telescopes, the LOFAR element of the Ventspils International Radio Astronomy Center (Latvia), and the URAN, UTR-2 and GURT radio telescopes of the Institute of Radio Astronomy of the National Academy of Sciences of Ukraine.

20.06-01.406 Геомагнитный эффект землетрясения в Турции 24 января 2020 г. Geomagnetic effect of Turkish earthquake of January 24, 2020. *Луо Ю., Черногор Л.Ф., Гармаш К.Р. Радиофизика и радиоастрономия.* 2020. 25, № 4, с. 276-289. Англ.

Purpose: The main cause of geomagnetic disturbances are cosmic sources, processes acting in the solar wind and in the interplanetary medium, as well as large celestial bodies entering the terrestrial atmosphere. Earthquakes (EQs) also act to produce geomagnetic effects. In accordance with the systems paradigm, the Earth—atmosphere—ionosphere—magnetosphere system (EAIMS) constitute a unified system, where positive and negative couplings among the subsystems, as well as feedbacks and precondition among the system components take place. The mechanisms for the action of EQs and processes acting in the lithosphere on the geomagnetic field are poorly understood. It is considered that the EQ action is caused by cracking of rocks, fluctuating motion in the pore fluid, static electricity discharges, etc. In the course of EQs, the seismic, acoustic, atmospheric gravity waves (AGWs), and magnetohydrodynamic (MHD) waves are generated. The purpose of this paper is to describe the magnetic effects of the EQ, which took place in Turkey on 24 January 2020. Design/methodology/approach: The measurements are taken with the fluxmeter magnetometer delivering 0.5—500 pT sensitivity

in the 1–1000 s period range, respectively, and in a wide enough studied frequency band within 0.001 to 1 Hz. The EM-II magnetometer with the embedded microcontroller digitizes the magnetometer signals and performs preliminary filtering over 0.5 s time intervals, while the external flash memory is used to store the filtered out magnetometer signals and the times of their acquisition. To investigate quasi-periodic processes in detail, the temporal variations in the level of the H and D components of the geomagnetic field were applied to the systems spectral analysis, which makes use of the short-time Fourier transform, the wavelet transform using the Morlet wavelet as a basis function, and the Fourier transform in a sliding window with a width adjusted to be equal to a fixed number of harmonic periods. Findings: The train of oscillations in the level of the D component observed 25.5 h before the EQ on 23 January 2020 is supposed to be associated with the magnetic precursor. The bidirectional pulse in the H component observed on 24 January 2020 could be due to the piston action of the EQ, which had generated an MHD pulse. The quasi-periodic variations in the level of the H and D components of the geomagnetic field, which followed 75 min after the EQ, were caused by a magnetic disturbance produced by the traveling ionospheric disturbances due to the AGWs launched by the EQ. The magnetic effect amplitude was estimated to be close to 0.3 nT, and the quasi-period to be 700–900 s. The amplitude of the disturbances in the electron density in the AGW field was estimated to be about 8% and the period of 700–900 s. Damping oscillations in both components of the magnetic field were detected to occur with a period of approximately 120 s. This effect is supposed to be due to the shock wave generated in the atmosphere in the course of the EQ. Conclusions: The magnetic variations associated with the EQ and occurring before and during the EQ have been studied in the 1–1000 s period range.

20.06-01.407 Электромагнитные эффекты акустических и атмосферных гравитационных волн в приземной атмосфере. Electromagnetic effects of acoustic and atmospheric gravity waves in the near-earth atmosphere. *Luo Y., Chernogor L.F. Радиофизика и радиоастрономия.* 2020. 25, № 4, с. 290-307. Англ.

Purpose: Acoustic and atmospheric gravity waves (AAGW) are generated by many natural and anthropogenic sources. The AAGW propagation at ionospheric heights is accompanied by the generation of disturbances in the magnetic and electric fields. The plasma presence plays a crucial role. The mechanisms for generating electrical and magnetic disturbances in the near-Earth atmosphere by the AAGW have been studied much worse. Therefore, the validation of the capability to generate electromagnetic disturbances in the near-Earth atmosphere by the AAGW is an urgent problem. The purpose of this paper is to describe the mechanism for generating disturbances in the electric and magnetic fields in the near-Earth atmosphere under the action of AAGW and to estimate the amplitudes of these disturbances for various AAGW sources. Design/methodology/approach: The impact of a series of highenergy sources often results in the generation of synchronous disturbances in the acoustic and geoelectric (atmospheric) fields, when an approximate proportionality between the pressure amplitude and the amplitude of the disturbances in the atmospheric electric field is observed to occur. Based on the observational data and making use of the Maxwell equations, the theoretical estimates of the disturbances in the electric and magnetic fields have been obtained. Findings: Simplified expressions have been obtained for estimating the amplitudes of the electric and magnetic fields under the action of the AAGW generated by natural and manmade sources. The amplitudes of the electric and magnetic fields generated by the AAGW of natural and manmade origin, which travel in the near-Earth atmosphere, have been calculated. The amplitudes of the AAGW generated electric and magnetic fields are shown to be large enough to be detected with the existing electrometers and fluxmeter magnetometers. The magnitudes of the amplitudes of the electric and magnetic fields generated in the near-Earth atmosphere under the action of AAGW are large enough to trigger coupling between the subsystems in the Earth–atmosphere–ionosphere–magnetosphere system. Conclusions: The estimates and not numerous observations are in good agreement.

20.06-01.408 О характере лобового сопротивления искусственного спутника при различных состояниях солнечной и геомагнитной активности. On the character of an artificial satellite drag under various states of solar and geomagnetic activity. *Komendant V.H. Радиофизика и радиоастрономия.* 2020. 25, № 4, с. 308-323. Англ.

Purpose: The artificial satellites drag in the atmosphere remains an urgent problem to date. In this work, the artificial satellites data are used in order to study the atmosphere state under various manifestations of solar and geomagnetic activity. The selected satellites were moving uncontrollable being good indicators of the upper atmosphere state. The B-star (drag term) drag coefficient is used in this work. This term is used in the SGP and SDP models to take into account the resistance of the atmosphere to the satellite orbital motion. The data of the drag of two artificial satellites, one moving in elliptical and the other in circular orbits at midlatitudes (orbital plane angles of 58°–60°) were considered. These data include the end of the 23rd solar activity cycle, as well as the growth, the maximum and the decay phases of the 24th solar cycle (years 2005–2017). Seven periods of anomalous drag of the satellites were analyzed. They are: 4 monthly periods (two in 2005 and two in 2011) and 3 yearly periods (within 19.07.2014 to 22.08.2015), five-year long (2005–2010) and six-year long (2011–2017) periods. Design/methodology/approach: The periodogram analysis was made. This allowed to reveal the periodic processes in changes in the state of the atmosphere of different duration. The correlation coefficients of the B-star drag term with the indices of solar and geomagnetic activity were calculated. The analysis of extreme drag of the satellites in the periods of the increased solar and geomagnetic activity (intervals of observation lasting a month) was made. Findings: Using the solar and geomagnetic data we found that some month-long part of the anomalous drag periods were followed by flares on the Sun and the arrival of the coronal mass ejections into the near-Earth space. At time intervals of yearlong observations the highest values (0.5–0.7) were obtained for the coefficients of the B-star parameter correlation with the solar activity indices — solar radiation at the wavelength of 10.7 cm, F10.7, and Lyman alpha radiation, $L\alpha$. At monthly time intervals, the largest values of the correlation coefficients were obtained for the B-stars with the electron fluxes with energies above 0.6 and 2 MeV, E, (0.3–0.5), the Lyman alpha radiation, $L\alpha$, (0.58–0.73 for a circular orbit satellite), and the solar constant, TSI, (0.3–0.6), as well as the geomagnetic storms intensity index, Dst, (0.66–0.69). Periodogram calculations show the presence of a whole spectrum of periods in the deceleration of a circular orbit satellite and a dedicated period for an elliptical orbit satellite. Conclusions: The B-star drag term dependences on the indices of solar and geomagnetic activity during some periods of their intensification for the 23–24 cycles of solar activity are considered. The periodogram analysis made together with the analysis of the conditions and parameters of space weather allows to see the general and more detailed picture of the solar and geomagnetic activity influence on the change in the motion of the satellite in the atmosphere. The B-star drag term helps to consider only the atmosphere influence on the artificial satellite movement in the near-Earth space.

20.06-01.409 Анализ каталога магнитных бурь для мониторинга данных о потоках радиоисточников на радиотелескопе УРАН-4 в Одесской зоне магнитной аномалии. Analysis of the magnetic storms catalog for monitoring radio source flux data with the URAN-4 radio telescope in the Odesa magnetic anomaly zone. *Sobitnyak L.I., Ryabov M.I., Orlyuk M.I., Sukharev A.L., Romenents A.O., Sumaruk Yu.P., Pilipenko A.A. Радиофизика и радиоастрономия.* 2020. 25, № 4, с. 324-330. Англ.

Purpose: Compilation of a digital catalog of magnetic storms in the Odesa magnetic anomaly zone in order to find the reasons for possible changes in the radiation fluxes of cosmic radio sources, according to observations at the URAN-4 radio telescope. Design/methodology/approach: Since 1987 until now, the radio flux of powerful galactic and extragalactic radio sources has been monitored at the URAN-4 radio telescope of the Odesa Observatory of the Institute of Radio Astronomy of the National Academy of Sciences of Ukraine. The monitoring program includes radio galaxies 3C274, 3C405 and supernova remnants 3C144,

3C461. Changes in the radio source flux level are determined by the ionosphere state due to the changes in space weather. At the “Odesa” geomagnetic observatory of the Institute of Geophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine, the geomagnetic field measurements have been made since 1948. Simultaneously, the measurements of three elements of the geomagnetic field: horizontal component (H), vertical component (Z) and inclination (D), have been recorded. Findings: Using the “Odesa” geomagnetic observatory data, the digital catalog of magnetic storms was compiled for the measuring period of the powerful space radio source fluxes obtained with the URAN-4 radio telescope. For the magnetic storms monitored during the periods of 1987–1995 and 2000–2009, the date and time are shown for the beginning and the end of the magnetic storm, the magnetic storm duration, the amplitude of the three magnetic field elements, being H, Z, and D, and the magnetic storm type characteristic. The “Odesa” geomagnetic observatory is located near the magnetic anomaly zone. To find the distinctions in manifestations of the geomagnetic activity arisen owing to the magnetic anomaly existence, the geomagnetic disturbances recorded at the “Odesa” and “Moscow” (IZMIRAN, Russia) observatories were compared. It was shown that the total annual duration of the magnetic storms was longer in Odesa than in Moscow. This demonstrates some special role of the magnetic anomaly in the development of geomagnetic disturbances. Conclusions: The digital catalog of magnetic storms in the Odesa magnetic anomaly zone was compiled for the 1987–1995 and 2000–2009 periods. It is also planned to terminate working over the complete catalog of magnetic storms recorded at the “Odesa” observatory for the entire continuous period of monitoring space radio sources at the URAN-4 radio telescope in order to find the manifestations of geomagnetic disturbances impact upon the ionosphere state and changes of intensity in cosmic radio source fluxes. These studies are supplemented by the comparative analysis of the “Odesa” observatory geomagnetic data and the data from some other geomagnetic observatories.

20.06-01.410 Формирование множественных токовых слоев в гелиосферном плазменном слое. *Маевский Е.В., Малова Х.В., Кислов Р.А., Попов В.Ю., Петрукович А.А., Хабарова О.В., Зеленый Л.М.* *Космические исследования.* 2020. 58, № 6, с. 445-460. Рус.

При пересечении космическими аппаратами гелиосферного плазменного слоя (ГПС), разделяющего крупномасштабные магнитные сектора противоположной направленности в солнечном ветре, практически всегда наблюдаются многократные быстрые колебания знака радиальной компоненты магнитного поля, свидетельствующие о смене знака плотности азимутального тока внутри ГПС. Предложены возможные механизмы формирования многослойных токовых структур в ГПС. В рамках стационарной МГД-модели солнечного ветра проверена одна из гипотез о “вытягивании” множественных токовых слоев в солнечный ветер из пояса стримеров, ориентированного вдоль нейтральной линии гелиомагнитного поля. Исследованы самосогласованные распределения характеристик солнечного ветра в зависимости от тонкой структуры стримеров. Показано, что стримеры, одиночные и множественные, могут быть источниками многослойных токовых структур с чередующимися по направлению азимутальными токами. Значение полученных результатов для интерпретации результатов наблюдений в солнечном ветре обсуждаются.

20.06-01.411 Токовые слои с многокомпонентной плазмой в магнитосферах планет Солнечной системы. *Домрин В.И., Малова Х.В., Попов В.Ю., Григоренко Е.Е., Петрукович А.А.* *Космические исследования.* 2020. 58, № 6, с. 461-470. Рус.

Предложена самосогласованная гибридная модель тонкого токового слоя (ТТС) толщиной порядка нескольких ионных гирорадиусов с учетом многокомпонентности бесстолкновительной космической плазмы. Несколько плазменных компонент могут присутствовать в хвостах магнитосфер планет земного типа (например, Земля, Меркурий, Марс, Венера). Проанализированы изменения структуры ТТС в магнитосферной плазме в присутствии тяжелых ионов кислорода, обладающих разными характеристиками. Показано, что высокие относительные концентрации ионов кислорода, равно как и их относительно вы-

сокие температуры и дрейфовые скорости приводят к существенному утолщению ТТС и формированию дополнительного масштаба вложенности. При этом на профилях основных характеристик — плотности тока и магнитного поля, появляются симметричные изломы, соответствующие резкой смене градиентов изменения величин. Проведено сравнение и показано качественное согласие результатов моделирования с данными наблюдений в хвосте магнитосферы Марса.

20.06-01.412 Текущий 24 цикл солнечной активности в фазе минимума: предварительные итоги и особенности развития. *Ишков В.Н.* *Космические исследования.* 2020. 58, № 6, с. 471-478. Рус.

Характеристики и ход развития текущего 24 цикла солнечной активности (СА) позволяют отнести его к циклам эпох пониженной СА. Сравнение эволюционных изменений циклов различных эпох в фазах минимума позволило выделить две группы по темпу спада. Первая группа с относительно быстрым спадом (~15 мес.) включает в себя все циклы эпох повышенной СА, переходных периодов и цикл 16 из эпохи пониженной СА. Вторая, с медленным спадом (~40 мес.), остальные циклы эпох пониженной СА, в том числе и текущий 24, минимум которого можно ожидать уже в первой половине 2020.

20.06-01.413 Прогнозирование солнечных вспышек и фоновых потоков рентгеновского излучения по данным синоптических наземных наблюдений с помощью методов машинного обучения. *Глатов А.Г., Илларионов Е.А., Березин И.А., Шрамко А.Д.* *Космические исследования.* 2020. 58, № 6, с. 479-484. Рус.

Представлены модели машинного обучения для прогнозирования мощных солнечных вспышек и фоновых потоков рентгеновского излучения в диапазоне 1–8 А. Для прогнозирования солнечных вспышек на следующий день использовалась информация о текущем уровне солнечной активности, получаемая с наземных синоптических наблюдений, таких как характеристики солнечных пятен, потоки радиоизлучения на длинах волн 10.7 и 5 см, а также уровень фонового потока и количества солнечных вспышек текущего дня, полученных со спутника GOES. Для прогнозирования фоновых потоков рентгеновского излучения использовались только данные наземных телескопов. Показана высокая эффективность прогноза на следующий день. Нейронная сеть обучалась на данных, доступных с 2002 г.

20.06-01.414 Сравнение магнитных и плазменных овершотов межпланетных ударных волн. *Бордюкова Н.Л., Сапунова О.В., Еселевич В.Г., Застежер Г.Н., Ермолаев Ю.И.* *Космические исследования.* 2020. 58, № 6, с. 485-494. Рус.

По данным плазменного спектрометра БМСВ, установленного на КА СПЕКТР-Р, дополненных измерениями магнитного поля на КА WIND, исследовалась структура фронтов межпланетных ударных волн. Особое внимание было уделено периодическим повышениям (овершутам) в величине потока ионов или магнитного поля относительно их средних значений за рампом. Проведено сравнение с величиной овершута в магнитном поле, числом Маха и параметром бета. На основании анализа 18 пересечений фронтов межпланетных ударных волн, в которых наблюдались овершуты в величине потока ионов и магнитного поля, было показано, что величина овершута магнитного поля, в среднем, меньше аналогичной величины в потоке ионов солнечного ветра, что связано с различным временным разрешением измерений. Получено, что величина овершута потока ионов возрастает с ростом числа Маха так же, как и величина овершута магнитного поля. Показано, что овершуты образуются не только у сверхкритических ударных волн, но и у тех, у которых числа Маха меньше значения первого критического числа Маха. Получено также, что оценки длины волны колебаний потока ионов и магнитного поля за рампом хорошо коррелируют с величиной гирорадиуса захваченных ионов.

20.06-01.415 Наблюдение возмущенных плазменных структур в окрестности Солнца и околоземном пространстве методами радиозондирования и локальных измерений. *Ефимов А.И., Луканина Л.А., Чашей И.В., Коломиец С.Ф., Бёрд М.К., Петцольд М.* *Космические исследования.* 2020. 58, № 6, с. 495-502. Рус.

Эксперимент по радиозондированию околосолнечной плазмы сигналами космического аппарата Mars Express в 2013 г. был осуществлен в период с 4.III по 31.V. Исследуемой характеристикой являлась частота сигналов сантиметрового, дециметрового диапазонов и дифференциальная частота. Зафиксирован ряд событий, когда интенсивность флуктуаций частоты зондирующих плазму сигналов в несколько раз превышала фоновые значения. Как показал анализ наблюдений солнечной активности, таких как усиление потока рентгеновского излучения и данные коронографа SOHO LASCO, это объясняется прохождением через трассу радиосвязи КА с Землей возмущенных плазменных потоков, генерируемых в короне Солнца. Проведено сопоставление данных радиопросвечивания с результатами измерений параметров околосолнечной плазмы с помощью КА Wind в смежные периоды времени. В результате анализа данных о протонной концентрации выяснилось, что вблизи Земли также наблюдались резкие возрастания как средних значений, так и флуктуаций этой характеристики. Временное запаздывание между событиями, наблюдавшимися в околосолнечной и околосолнечной плазме, показывает, что причиной возмущений является повышенная активность одной и той же корональной области, вращающейся вместе с Солнцем.

20.06-01.416 Характеристики турбулентного потока солнечного ветра в областях компрессии плазмы. *Рязанцева М.О., Разманова Л.С., Ермолаев Ю.И., Лодкина И.Г., Застенкер Г.Н., Чесалин Л.С. Космические исследования.* 2020. 58, № 6, с. 503-512. Рус.

Работа посвящена исследованию свойств спектров турбулентных флуктуаций солнечного ветра в областях компрессии плазмы таких как CIR — области сжатия плазмы перед высокоскоростными потоками из корональных дыр, и SHEATH — области сжатия перед межпланетными проявлениями корональных выбросов массы EJECTA и магнитными облаками MC. Рассматриваются спектры флуктуаций потока ионов как на магнито-гидродинамических, так и на ионно-кинетических масштабах на основе данных спектрометра БМСВ на КА СПЕКТР-Р с высоким вплоть до 31 мс временным разрешением. Сравнение турбулентных характеристик в областях сжатия плазмы и в невозмущенном солнечном ветре проводится как на отдельном примере, так и на обширном статистическом материале. В работе показано, что характеристики турбулентного каскада на кинетическом интервале могут значительно меняться в областях компрессии плазмы, в них выявлены признаки смены основных процессов определяющих диссипацию энергии, что может быть причиной усиления нагрева в рассматриваемых областях.

20.06-01.417 Зависимость свойств турбулентного каскада за околосолнечной ударной волной от динамики параметров солнечного ветра. *Разманова Л.С., Рязанцева М.О., Застенкер Г.Н., Ермолаев Ю.И., Лодкина И.Г. Космические исследования.* 2020. 58, № 6, с. 513-521. Рус.

Магнитослой является неотъемлемым элементом околосолнечных связей. В работе анализируется влияние параметров солнечного ветра и их варибельности, а также топологии околосолнечной ударной волны, на характеристики турбулентности плазмы в магнитослое на масштабах, соответствующих переходу от инерционной области турбулентного каскада к диссипативной. Анализ основан на обширной статистике измерений прибора БМСВ на спутнике Спектр-Р в магнитослое в 2011—2018 гг. с высоким временным разрешением. Показано, что наибольшее влияние на вид турбулентного каскада непосредственно за околосолнечной ударной волной оказывает варибельность плотности плазмы солнечного ветра и модуля межпланетного магнитного поля, а также угол между нормалью к околосолнечной ударной волне и межпланетным магнитным полем.

20.06-01.418 К вопросу о Большом взрыве с расширением Вселенной. *Вежин Н.Л. Космические исследования.* 2020. 58, № 6, с. 522-526. Рус.

Проводится критическое рассмотрение гипотезы о Большом взрыве с расширением Вселенной. Делается заключение о ее недоказанности. Предлагаются объяснения “красного смещения” галактик и реликтового фона без привлечения релятивистских представлений.

20.06-01.419 Математические модели движения космического аппарата с учётом нелинейных свойств узлов раскрытия упругих элементов конструкции. *Клишев О.П., Рассказов А.А. Космонавтика и ракетостроение.* 2020, № 4, с. 84-94. Рус.

Рассматривается метод составления уравнений движения космического аппарата, в конструкции которого имеются узлы раскрытия упругих элементов с нелинейными свойствами. Указывается, что получаемые уравнения предназначены для описания движения космического аппарата, динамические характеристики которых в области низких частот определяются жёсткостными и диссипативными свойствами узлов раскрытия, а декременты и частоты зависят от амплитуды упругих колебаний. Приводятся результаты анализа, свидетельствующие о том, что параметры упругих колебаний конструкции существенно зависят от типа нелинейных характеристик стыковых соединений. Представляется математическая модель движения крыла панелей солнечных батарей, разработанная с учётом нелинейных свойств узлов раскрытия, которые моделируются механической системой, включающей в себя пружины с нелинейными жёсткостными характеристиками, люфты, в которой наблюдается гистерезисное и вязкое демпфирование. Показывается, что при соответствующем выборе характеристик стыковых соединений результаты численного моделирования могут с достаточной точностью совпадать с экспериментальными зависимостями частот и декрементов от амплитуды колебаний упругих элементов.

20.06-01.420 Рационализация задач и оптимизация комплекса аппаратуры космического аппарата в точке Лагранжа L 5 для мониторинга геоэффективных процессов солнечной активности. *Богачёв С.А., Карелин А.В., Кузин С.В., Шувалов В.А., Яковлев А.А. Космонавтика и ракетостроение.* 2020, № 4, с. 108-123. Рус.

Рассматриваются проблемы мониторинга геоэффективных процессов солнечной активности космическими средствами из точки Лагранжа L 5 системы Солнце—Земля. Представляется рациональный блок задач мониторинга активных областей для получения количественных данных о развитии геоэффективных явлений, включающих в себя три основных фактора солнечной активности, воздействующих на Землю: коротковолновое электромагнитное излучение (менее 0,1 мкм), корональные выбросы массы, солнечный ветер. Показывается, что для решения задач мониторинга из точки L 5 разработан комплекс соответствующей аппаратуры, оптимизированный по составу приборов, конструктивному исполнению, измерительным характеристикам, энергомассовым параметрам. Предлагается необходимый и достаточный состав комплекса целевой аппаратуры для мониторинга невидимой области Солнца из точки Лагранжа L 5. Приводятся оценки баллистических характеристик выведения космического аппарата (КА) в точку Лагранжа L 5, возможных энергозатрат, массовых параметров КА, а также средств связи и передачи информации.

20.06-01.421 «Умная пыль» для фундаментальных космических исследований. *Клюшников В.Ю. Космонавтика и ракетостроение.* 2020, № 4, с. 124-135. Рус.

Представляется обзор материалов, касающихся концепции «умной пыли» как сенсорной сети из функциональных элементов (мотов) миллиметрового размера. Указывается, что моты способны обмениваться информацией друг с другом и с внешними абонентами и осуществлять элементарные распределённые измерения физических и химических параметров среды. Приводятся технологические характеристики и технические аспекты использования фемтоспутников, являющихся прототипом мотов, и «умной пыли» в рамках фундаментальных космических исследований.

20.06-01.422 Способы и средства стереоскопической съёмки на борту пилотируемых космических аппаратов: исторический обзор. *Щербинин Д.Ю. Вопросы истории естествознания и техники.* 2020. 41, № 2, с. 373-384. Рус.

Представлен исторический обзор использования кино-, фото- и видеотехники для выполнения стереоскопической съёмки во время пилотируемых космических полетов в период 1961-2011

гг. Рассмотрены способы получения стереоскопических изображений во время орбитальных полетов и технические решения, использованные для их реализации. Представлено описание наиболее значимых с точки зрения технической эволюции образцов космической фототехники, основные результаты, полученные в ходе научных экспериментов на орбите, а также выводы, сделанные на основе опыта эксплуатации стереоскопических камер на борту отечественных пилотируемых космических кораблей и станций.

20.06-01.423 Лунная пыль: свойства, потенциальная опасность. *Захаров А.В., Зеленый Л.М., Попель С.И. *Астрономический вестник.* 2020. 54, № 6, с. 483-507. Рус.*

Поверхность Луны, как и поверхность любого безатмосферного тела Солнечной системы, подвержено постоянной бомбардировке микрометеоритов, а также воздействию солнечного излучения, солнечного ветра и других факторов космического пространства. В результате ударных воздействий высокоскоростных микрометеоритов в течение миллиардов лет силикатная основа поверхности Луны измельчается, превращаясь в частицы с широким распределением по размерам. Учитывая взрывную природу возникновения, эти частицы, характеризуется крайне нерегулярной формой с заостренными краями, либо сплюснута при больших температурах конгломератами, либо близкими к сферам каплям. На освещенной стороне Луны солнечное излучение, особенно ультрафиолетовая часть его спектра, и потоки солнечного ветра при взаимодействии с верхним слоем реголита приводят к формированию поверхностного заряда реголита. Фотоэлектроны, возникшие над поверхностью, и заряженная поверхность реголита создают приповерхностный двойной слой. Электрическое поле, возникающее в этом слое, и флуктуации заряда частиц на поверхности приводят к тому, что электрические силы могут превышать силы гравитации и силы адгезии Ван дер Вальса. В результате этого частицы реголита микронного и субмикронного размеров способны отрываться от поверхности и левитировать над поверхностью. Такие динамические процессы приводят к переносу пылевых частиц над поверхностью Луны, а также к рассеянию солнечного света на этих частицах. Свечения над поверхностью Луны такой природы наблюдали телевизионные системы американских и советских посадочных аппаратов на ранних этапах исследований Луны. Американские астронавты, высадившиеся на поверхность Луны при реализации программы "Аполлон" также обнаружили проявления лунной пыли. Оказалось, что пылевые частицы, левитирующие над поверхностью реголита в результате естественных процессов и поднятые с поверхности в результате антропогенных факторов, вызывают множество технологических проблем, влияющих на работоспособность посадочных аппаратов и их систем, на деятельность астронавтов на поверхности Луны и их здоровье. По результатам этих экспедиций был сделан вывод, что пылевые частицы микронного и субмикронного размера, левитирующие над поверхностью, являются основным труднопреодолимым фактором при дальнейших исследованиях и освоении Луны. С тех пор изучению физических процессов, связанных с динамикой лунной пыли, проявлениям ее агрессивных свойств ("токсичности"), способами уменьшения влияния пыли на инженерные системы и человека, стали актуальными направлениями теоретических и экспериментальных исследований. В статье на основе результатов выполненных за последние полвека исследований, связанных с динамикой пылевых частиц, обсуждаются вопросы формирования лунного реголита, приповерхностной плазменно-пылевой экзосферы Луны под действием внешних факторов космического пространства. Рассматриваются причины и условия динамики пылевых частиц, следствия этих процессов, влияние антропогенных факторов на динамику пылевых частиц, а также угрозы для космических аппаратов и инженерных систем при реализации планируемых программ исследований и освоения Луны. Приведены основные нерешенные проблемы, связанные с динамикой пылевой составляющей лунного реголита, обсуждаются методы решения проблемных вопросов.

20.06-01.424 Об изучении пространственной переменности состава вещества луны в экспериментах по гамма-спектроскопии на борту мобильного аппарата с применением метода "меченых космических лу-

чей". *Санин А.В., Митрофанов И.Г., Бахтин В.Н., Литвак М.Л., Аникин А.А., Головин Д.В., Никифоров С.Ю. *Астрономический вестник.* 2020. 54, № 6, с. 508-519. Рус.*

Предложен метод "меченых космических частиц", использующий естественный поток высокоэнергичных частиц ГКЛ для изучения состава приповерхностного слоя грунта небесного тела методами гамма-спектроскопии с высоким пространственным разрешением порядка нескольких десятков сантиметров. Рассмотрены результаты численного моделирования чувствительности прибора, реализующего предложенный метод, к определению типа изучаемого грунта. При работе на борту мобильного космического аппарата (лунохода) на поверхности лишенных атмосферы небесных тел, например, Луны или астероида, такой научный прибор позволит как выделить отдельные объекты с отличным от окружающей поверхности элементарным составом, так и построить профиль или даже карту локальной переменности элементного состава грунта.

20.06-01.425 Электрофизическая модель грунта Луны. *Юшкова О.В., Кибардина И.Н., Дымова Т.Н. *Астрономический вестник.* 2020. 54, № 6, с. 520-528. Рус.*

На основе анализа имеющихся в литературе данных о лабораторных измерениях диэлектрических характеристик образцов лунного грунта, доставленных на Землю в ходе миссий "Луна" и "Apollo", разработана электрофизическая модель верхнего слоя грунта Луны. Модель учитывает температурные условия в районе проведения измерений, изменение температуры и распределение плотности грунта в верхнем слое реголита. Модель предназначена для численного моделирования экспериментов, направленных на исследование свойств лунного грунта с помощью электромагнитных волн.

20.06-01.426 Результаты топографического и геологического анализа структур корон Венеры. *Гусева Е.Н., Иванов М.А. *Астрономический вестник.* 2020. 54, № 6, с. 529-536. Рус.*

Результаты анализа топографии и геологии корон Венеры позволили установить наиболее типичные топографические профили корон, определить их относительный возраст по характерному типу обрамления и соотношению с окружающими вулканотектоническими комплексами, а также определить стадии эволюции корон согласующиеся с результатами численного моделирования эволюции мантийных диапиров на Венере. Установлено, что большинство корон — это проявления поздней регрессивной стадии эволюции мантийных диапиров. Такие короны пространственно связаны с поясами борозд и характеризуют поздние эпизоды тектонического режима обновления поверхности. Количество корон, которые могут проявляться на ранних и поздних этапах регрессивной стадии, по нашим данным примерно одинаково. Это позволяет предположить, что материнские коронообразующие диапиры преимущественно формировались в конце тектонического режима, но эта активность прекратилась до становления обширных лавовых равнин (щитовых и региональных равнин) во время вулканического режима. Меньшая часть всей популяции корон (18%) представляет проявления начальной, прогрессивной, стадии эволюции диапиров, характеризующейся ростом куполообразной структуры над диапиром.

20.06-01.427 Результаты астрометрических наблюдений далеких спутников Юпитера на новом телескопе Кавказской горной обсерватории ГАИШ МГУ. *Емельянов Н.В., Сафонов В.С., Возякова О.В., Тушканова А.Ю. *Астрономический вестник.* 2020. 54, № 6, с. 537-541. Рус.*

Пополнение базы данных наблюдений далеких спутников планет всегда полезно, поскольку точность моделей движения и эфемерид зависит не только от точности наблюдений. Точность улучшается с ростом интервала времени наблюдений. Поэтому наблюдения, выполненные даже с прежней точностью, оказываются востребованными. На Кавказской горной обсерватории (КГО) Государственного астрономического института им. П.К. Штернберга Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова на новом телескопе с диаметром зеркала 2.5 м в 2017 г. были проведены астрометрические наблю-

дения двух далеких спутников Юпитера. Получены 6 положений спутника J6 (Гималия) и 27 положений спутника J8 (Пасифе). Среднеквадратичные величины отклонений от эфемерид по всем 33 наблюдениям двух спутников составили: 0.085" по прямому восхождению и 0.064" по склонению. Такая точность соответствует современному уровню наземных наблюдений. Наши уточнения орбит для эфемеридного сервера MULTI-SAT по всем имеющимся наблюдениям показали, что средне-взвешенные среднеквадратичные величины угловых отклонений измеренных положений от вычисленных для спутников J6 (Гималия) и J8 (Пасифе) составляют 0.22". При этом точность эфемерид оценивается в сервере MULTI-SAT для 2017 г. величиной 0.008" для J6 (Гималия) и 0.05" для J8 (Пасифе). Новые наблюдательные данные будут полезны для уточнения моделей движения далеких спутников Юпитера.

20.06-01.428 Нагревание верхней атмосферы планеты солнечным ультрафиолетовым излучением, химическими и фотохимическими реакциями. Колесниченко А.В. Астрономический вестник. 2020. 54, № 6, с. 542-559. Рус.

Приведен подход, позволяющий корректно учитывать вклад аэрономических реакций, обусловленных прямым поглощением жесткого солнечного излучения, в энергетический баланс относительно плотных областей планетных атмосфер. Для этого использована система обобщенных кинетических уравнений Больцмана для многокомпонентных смесей атомарных и молекулярных газов умеренной плотности с учетом излучения и химических реакций в интегралах столкновений. Такой подход позволил уточнить оценки функции нагрева в уравнении энергетического баланса нижней термосферы и мезосферы в верхней атмосфере Земли.

20.06-01.429 Выявление столкновительных орбит астероидов с помощью условной минимизации расстояния до Земли. Батурин А.П. Астрономический вестник. 2020. 54, № 6, с. 560-566. Рус.

Разработан метод выявления столкновительных орбит астероидов в доверительном эллипсоиде начальных параметров движения. Метод заключается в условной минимизации расстояния от астероида до Земли в каком-либо его рассматриваемом сближении с Землей. В методе накладывается ограничение на так называемый "доверительный коэффициент", т.е. коэффициент увеличения размеров доверительного эллипсоида. Ограничение заключается в задании для этого коэффициента некоторого постоянного значения, которое определяет некоторое нормированное расстояние от центра эллипсоида в шестимерном пространстве начальных параметров движения. Разработанный метод состоит в нахождении начальных параметров движения, соответствующих этому расстоянию и приводящих к столкновению астероида с Землей. Варьирование доверительного коэффициента с достаточно мелким шагом позволяет выявить такие параметры на всех соответствующих расстояниях, т.е. получить картину расположения столкновительных начальных параметров движения во всем доверительном эллипсоиде. Метод был апробирован для трех потенциально опасных астероидов (2001 VB, 2005 WG57 и 2008 JL3) в их предстоящих сближениях с Землей.

20.06-01.430 Об ускорении численного интегрирования уравнений движения астероидов. Баляев И.А. Астрономический вестник. 2020. 54, № 6, с. 567-576. Рус.

Поиск и изучение возможных соударений астероидов, сближающихся с Землей, требуют значительного объема вычислений. В настоящей работе описывается программа R⁰, созданная для расчета траекторий большого числа виртуальных астероидов и параметров сближения с телами Солнечной системы: планетами, Луной и Солнцем. Программа использует эфемериды DE430 и метод интегрирования Гаусса—Эверхарта. Сравнение с разработанным ранее программным комплексом v19 в разных тестах показало прирост производительности на порядок и более. При интегрировании движения одного астероида достигнуто меньшее ускорение, однако данная задача уже решалась за приемлемое время. Оптимизация выполнялась в расчете на большое количество астероидов. С использованием новой программы произведена оценка вероятности соударения

200 астероидов методом Монте-Карло, результаты сравниваются с полученными NASA.

20.06-01.431 Сравнительный анализ энтропийных метрик информативности оптических изображений космических объектов. Тимошенко А.В., Кошкаров А.С. Труды МАИ. 2020, № 112, <http://trudymai.ru/published.php?ID=116348>. Рус.

Рассмотрены особенности наблюдения космических объектов наземными оптическими средствами в интересах мониторинга околоземного космического пространства. Обоснована необходимость проведения предварительной отбраковки получаемых изображений перед проведением анализа человеком-оператором. Проведен сравнительный анализ энтропийных метрик информативности пригодных для полутонных изображений космических объектов. На примере реальных изображений оценена возможность их использования с учетом особенностей зрительного восприятия изображений человеком-оператором.

20.06-01.432 Двухволновая оптическая лунная навигационная система. Багров А.В., Дмитриев А.О., Леонов В.А., Москатинцев И.В., Сысоев В.К. Труды МАИ. 2020, № 112, <http://trudymai.ru/published.php?ID=116308>. Рус.

Предлагается создание глобальной лунной оптической навигационной системы на основе располагаемых на поверхности Луны световых маяков, работающих на двух длинах волн. Данная система на основе оптико-электронных приборов на космических аппаратах и световых маяков позволит получить высокоточную систему навигации, как на поверхности Луны, так и в окололунном пространстве.

20.06-01.433 Методика измерения координат лунных посадочных станций с помощью оптических телевизионных средств космических аппаратов. Вернигора Л.В., Казмерчук П.В., Сысоев В.К., Дмитриев А.О. Труды МАИ. 2020, № 114, <http://trudymai.ru/published.php?ID=118986>. Рус.

Применение оптических лазерных маяков позволит точно и однозначно локализовать местоположение лунных посадочных станций с помощью оптических телевизионных средств космических аппаратов. Оптический маяк, установленный на лунной посадочной станции, будет обнаружен бортовой телекамерой орбитального аппарата по признаку существенного превышения светового потока над уровнем фоновой засветки. Представленная методика позволит локализовать лунную посадочную станцию с оптическим лазерным маяком с точностью в единицы метров. Это позволит использовать его как реперную точку для установления сетки селенодизических координат высокой точности. Лунная посадочная станция с оптическим лазерным маяком позволит картографирование поверхности Луны до точностей, соответствующих детализации снимков лунного рельефа, сделанных бортовой телекамерой орбитального аппарата.

20.06-01.434 Методика интеллектуального анализа и прогнозирования состояния ресурсов российского сегмента международной космической станции на основе цифровых идентификационных моделей. Соловьев С.В. Автоматика и телемеханика. 2020, № 9, с. 160-172. Рус.

Рассмотрена методика интеллектуального анализа телеметрических данных на основе современных математических методов обработки информации. Определены актуальные задачи анализа и прогнозирования с учетом 20-летнего опыта эксплуатации российского сегмента международной космической станции (РС МКС). Дано принципиальное описание этих методов. Представлены результаты апробации на основе реальных данных, полученных из телеметрической информации РС МКС.

20.06-01.435 Особенности начальной стадии формирования быстрого коронального выброса массы 25 февраля 2014 г. Еселевич В.Г., Еселевич М.В. Солнечно-земная физика. 2020. 6, № 3, с. 3-17. Рус.

Проведен анализ быстрого коронального выброса массы (КВМ) 25 февраля 2014 г. по изображениям в УФ-каналах 131, 211, 304 и 1700 А инструмента SDO/AIA и по данным наблю-

дений в линии $H\alpha$ (6562.8 Å) на телескопах обсерваторий Teide и Big Bear. Формирование КВМ 25.02.2014 связано с выбросом и последующим взрывообразным расширением магнитного жгута, возникшего вблизи поверхности Солнца, предположительно, вследствие процесса tether-cutting магнитного пересоединения. Возникший в результате такого «взрыва» импульс полного давления (теплого плюс магнитного) воздействует на вышележащие корональные арочные структуры, приводя к их слиянию и формированию ускоренно движущейся фронтальной структуры КВМ. Этот же импульс давления является причиной возникновения взрывной столкновительной ударной волны перед КВМ, скорость которой быстро уменьшается с расстоянием. На больших расстояниях $R > 7R_0$ (R_0 — радиус Солнца) от центра Солнца перед КВМ регистрируется ударная волна другого типа — поршневая столкновительная ударная волна, скорость которой мало меняется с расстоянием. На $R \geq 5R_0$ происходит переход от столкновительной ударной волны к бесстолкновительной.

20.06-01.436 Солнечные вспышки малой мощности в оптическом и рентгеновском диапазонах длин волн в 21—24-м солнечных циклах. *Боровик А.В., Жданов А.А.* *Солнечно-земная физика.* 2020. 6, № 3, с. 18-25. Рус.

По данным в оптическом и рентгеновском диапазонах длин волн проанализирована вспышечная активность Солнца за 21—24-й циклы. Показано, что на протяжении последних четырех циклов активность Солнца постепенно снижалась. По отношению к 21-му циклу (самому активному за последние 50 лет) в 24-м цикле произошло в 4.4 раза меньше оптических крупных вспышек классов площади 2—4, в 8.2 раза меньше вспышек класса 1 и в 4.1 раза меньше малых вспышек (МВ) оптического класса S. Число вспышек рентгеновского класса X уменьшилось в 3.7 раз, класса M — в 3.2 раза. Это подтверждает влияние вековых трендов активности Солнца на пиковые значения вспышечной активности в одиннадцатилетних циклах. Показано, что оптические вспышки малой мощности могут сопровождаться потоками протонов и всплесками рентгеновского излучения разной мощности, в том числе класса X. В мягком рентгене диапазоны излучения для оптических МВ и вспышек высоких классов в значительной степени перекрываются. Подтверждено, что рентгеновое излучение солнечных вспышек возникает в среднем на 2 мин раньше оптического. Для оптических МВ и вспышек класса 1 максимум излучения в рентгеновском диапазоне наступает позже максимума излучения в оптическом диапазоне примерно на 1 мин, для вспышек классов 2—4 — на 2 мин.

20.06-01.437 Корональные джеты как причина возникновения микроволновых отрицательных всплесков. *Кузьменко И.В.* *Солнечно-земная физика.* 2020. 6, № 3, с. 26-32. Рус.

Исследована причина возникновения трех изолированных отрицательных радиовсплесков, зарегистрированных 10—11.04.2014 на ряде частот микроволнового диапазона по данным радиообсерватории Нобеяма, солнечной обсерватории Лермонт и Уссурийской астрофизической обсерватории. Такие всплески наблюдаются довольно редко и обычно связаны с поглощением радиоизлучения областей спокойного Солнца или радиоисточника веществом крупного эруптивного волокна. Анализ наблюдений солнечного события 10—11.04.2014 в различных спектральных диапазонах с использованием изображений, полученных по данным радиогелиографа в Нобеяме и космической обсерватории SDO/AIA, показал, что причиной всех трех депрессий радиоизлучения являлось затенение радиоисточника, расположенного на солнечном лимбе, веществом рекуррентных корональных джетов. Оценки параметров поглощающего вещества, выполненные с использованием разработанной ранее модели, подтвердили, что солнечное радиоизлучение поглощалось холодным веществом с температурой $\sim 10^4$ К, которое находилось в нижней части джетов.

20.06-01.438 Длительные наблюдения солнечного потока в 2011—2019 гг. на Иркутском радаре некогерентного рассеяния (ИРНР). *Сетов А.Г., Кушнарев Д.С., Васильев Р.В., Медведев А.В.* *Солнечно-земная физика.* 2020. 6, № 3, с. 33-39. Рус.

Иркутский радар некогерентного рассеяния (ИРНР), представляющий собой вытянутую рупорную антенну, работает в метровом диапазоне (154—162 МГц) с лучом $0.5 \times 20^\circ$ и частотным принципом сканирования, позволяющим наклонять луч на 30° на юг. Помимо активных измерений состояния ионосферы и мониторинга космических объектов, на радаре регулярно проводятся пассивные радиоастрономические наблюдения. С мая по август Солнце проходит через сектор сканирования радара и может находиться в максимуме диаграммы направленности около двух часов. Известная форма диаграммы направленности и высокая чувствительность приемного тракта позволяют в это время проводить откалиброванные измерения солнечного потока в единицах sfu (solar flux units). Мы разработали новый подход к калибровке, применимый ко всем архивным пассивным данным ИРНР. В статье представлены длительные наблюдения (2011—2019 гг.) солнечного потока в мае и в летнее время. Описана методика проведения измерений, представлены значения среднесуточного солнечного потока за этот период пассивных наблюдений и проведено сравнение с индексом солнечной активности F10.7 и измерениями солнечного потока в австралийской обсерватории Learmonth на частоте 245 МГц. Показано, что среднесуточный поток за период наблюдения на частоте ~ 161 МГц в основном принимает значения от 5 до 10 sfu.

20.06-01.439 Возмущенная магнитосфера 7—8 ноября 2004 г. и вариации жесткости обрезания космических лучей: широтные эффекты. *Данилова О.А., Птицына Н.Г., Тясто М.И., Сдобнов В.Е.* *Солнечно-земная физика.* 2020. 6, № 3, с. 40-47. Рус.

Мы изучили особенности широтного поведения жесткости обрезания космических лучей, а также их чувствительности к B_z - и B_y -компонентам межпланетного магнитного поля и индексам геомагнитной активности Dst и K_p во время различных фаз магнитной бури 7—8 ноября 2004 г. Жесткости обрезания рассчитаны двумя методами: спектрографической глобальной съемки по наблюдательным данным регистрации космических лучей мировой сети станций и методом, в котором траектории частиц космических лучей вычисляются численно в модельном магнитном поле магнитосферы. Найдено, что чувствительность наблюдательных жесткостей обрезания к Dst меняется с широтой (пороговой жесткостью станций наблюдения) в антифазе с изменениями чувствительности к B_y . Во время восстановительной фазы бури корреляция Dst с B_y существенно больше, чем с B_z , а корреляция K_p больше с B_z , чем с B_y . Показано, что преимущественный вклад в развитие токовых систем, определяющих эволюцию Dst на восстановительной фазе бури, вносит B_y -компонента.

20.06-01.440 Ультранизкочастотные эмиссии диапазона 0.1—3 Гц в приполярных областях. *Потапов А.С., Гульельми А.В., Довбня В.В.* *Солнечно-земная физика.* 2020. 6, № 3, с. 48-55. Рус.

Рассмотрены характеристики двух типов излучений в высокочастотной части УНЧ-диапазона (0.1—3 Гц) — серпентинной эмиссии (SE) и дискретных диспергированных сигналов (DS). Они наблюдаются в полярных шапках с помощью индукционных магнитометров. Поскольку в настоящее время эти инструменты в высоких широтах практически отсутствуют, анализ проведен на основе записей 1968—1971 гг., полученных на близких к геомагнитным полюсам ст. «Восток» и «Тулэ». Показано, что появление DS жестко привязано к магнитной силовой линии, проходящей через станцию наблюдения, с острым пиком частоты появления в местный магнитный полдень. В то же время сезонный ход частоты появления DS имеет основной пик местным летом и дополнительный — местной зимой. С учетом полученного нами ранее результата о возбуждении, по крайней мере, части DS в области форшока, можно предположить, что падающие на магнитопаузу волновые пакеты проникают на внешние силовые линии преимущественно в околополуденной области и распространяются вдоль этих линий в обе стороны, попадая в конце концов на поверхность земли в приполярных областях. В отличие от DS частота появления SE не имеет ни суточного, ни сезонного хода. Мы проверили и косвенно подтвердили выдвинутую ранее гипотезу о возбуждении SE циклотронной неустойчивостью протонов в солнечном

ветре, промоделировав вариации частоты ионно-циклотронных волн при разных уровнях возмущенности межпланетной плазмы и сравнив результаты с наблюдавшимися в сходных условиях вариациями частоты SE. Сделан вывод о необходимости возобновления непрерывных наблюдений УНЧ-излучений с помощью индукционных магнитометров, установленных в полярных шапках вблизи проекций каспов и около геомагнитных полюсов.

20.06-01.441 Особенности возбуждения и распространения РіЗ колебаний геомагнитного поля 8 декабря 2017 г. *Моисеев А.В., Стародубцев С.А., Мишин В.В. Солнечно-земная физика. 2020. 6, № 3, с. 56-72. Рус.*

Изучаются РіЗ-пульсации с периодом $T=15-30$ мин, которые регистрировались 8 декабря 2017 г. на наземных станциях в полуденном секторе магнитосферы на широтах конвекционных электроструй DP2 токовой системы. Установлено, что РіЗ особенно хорошо выражены в предполуденном секторе с амплитудой до 300 нТл и длительностью до 2.5 ч. Амплитуда пульсаций быстро спадала с уменьшением широты от 72 до 63°. Событие регистрировалось в условиях устойчивой магнитосферной конвекции. В V_2 -компоненте межпланетного магнитного поля, направленной к югу, в интервале пульсаций регистрировались иррегулярные колебания, в том числе и в диапазоне РіЗ, соответствующие медленным магнитозвуковым волнам, не сопровождавшимся заметными вариациями динамического давления Pd. По наземным геомагнитным наблюдениям обнаружено азимутальное распространение пульсаций со скоростью 0.6–10.6 км/с на восток и на запад от полуденного меридиана. Анализ динамики пульсаций по меридиану выявил их распространение к экватору со скоростью 0.75–7.87 км/с. В проекции на магнитосферу скорости близки по величине к наблюдаемым скоростям распространения суббуравых инжекций электронов. В магнитосфере в утреннем секторе во время наземных пульсаций регистрировались геомагнитные пульсации с преобладающей компрессионной компонентой. Сделан вывод, что распространение колебаний геомагнитного поля в данном событии определялось динамикой инжекций частиц под действием крупномасштабного электрического поля магнитосферной конвекции, вызывающего движение плазмы к Земле, вследствие пересоединения в хвосте магнитосферы. Мелкомасштабные колебания в магнитосфере являлись вторичными, возбужденными проникшими из солнечного ветра колебаниями.

20.06-01.442 Анализ прикладных моделей ионосферы для расчета распространения радиоволн и возможность их использования в интересах радиолокационных систем. II. Отечественные модели. *Алматов В.В., Беккер С.З., Козлов С.И., Ляхов А.Н., Яким В.В., Якубовский С.В. Солнечно-земная физика. 2020. 6, № 3, с. 73-81. Рус.*

Из ионосферных моделей, разработанных в институтах России (СССР), выбираются те, которые могут быть использованы в интересах загоризонтных декаметровых и надгоризонтных сантиметровых, дециметровых и метровых радиолокационных средств (РЛС). Таких моделей оказалось только три: детерминированная модель ИЗМИРАН и ИПГ Росгидромета, детерминированная модель ИСЗФ СО РАН и ИДГ РАН, вероятностно-статистическая модель ИДГ РАН. Дается краткое описание этих моделей и проводится их анализ на соответствие требованиям, изложенным в [Аксенов и др., DOI: 10.12737/szf-61202008]. Показывается, что вероятностно-статистические модели могут удовлетворить всем требованиям и их разработка должна быть одним из основных направлений в ионосферном моделировании в интересах РЛС.

20.06-01.443 Инверсия ионограмм возвратно-наклонного зондирования в параметры квазипараболического ионосферного слоя. *Пономарчук С.Н., Пензин М.С. Солнечно-земная физика. 2020. 6, № 3, с. 82-87. Рус.*

Представлена схема инверсии переднего фронта сигнала возвратно-наклонного зондирования (ВНЗ) в параметры квазипараболического профиля электронной концентрации на основе сравнения экспериментальных и вычисленных минимальных

задержек рассеянных сигналов и соответствующих дальностей до границы освещенной зоны. Входными параметрами являются частотные зависимости минимального группового пути распространения сигналов, полученные в результате обработки и интерпретации ионограмм ВНЗ. Для фиксированной частоты зондирования пара параметров ионосферы — критическая частота и высота максимума слоя F2 — определяется как точка пересечения двух кривых, являющихся решениями задачи минимизации функционалов невязки для минимального группового пути и дальности до границы освещенной зоны. Определение параметров ионосферы по данной схеме инверсии на сетке частот зондирования позволяет построить двумерное распределение электронной концентрации в направлении возвратно-наклонного зондирования.

20.06-01.444 Амплитудные вариации отраженного сигнала при вертикальном зондировании ионосферы на средних широтах. *Юсупов К.М., Мэтьюз Дэс.Д., Маруяма Т., Агчури А.Д., Толстик М.В., Шерстюков О.Н., Филиппова Е.А., Сафчуллин А.С. Солнечно-земная физика. 2020. 6, № 3, с. 88-98. Рус.*

Обсуждаются основные типы квазипериодических вариаций амплитуд отраженного сигнала при вертикальном зондировании ионосферы на средних широтах. Исходными экспериментальными данными являются ионограммы вертикального зондирования, полученные ионозондом «Циклон». Ионозонд расположен в Казани (55°N, 49°E) и в стандартном режиме позволяет получать одну ионограмму в минуту. При анализе используются методы визуализации большого потока ионограмм в виде итоговых сводных карт состояния ионосферы (A-, H-, A_s-карты). В работе приводятся характерные примеры квазипериодических вариаций амплитуд отраженного сигнала на ионограммах и на A-картах при различных типах многолучевых биений (поляризационных и вследствие рассеяния сигнала на ионосферных неоднородностях). Частотные свойства таких биений используются для оценки разницы действующих высот отражения между модами различной поляризации с высокой точностью, что позволяет уточнять форму профиля электронной концентрации нижней части ионосферы. Обнаружено редкое для среднеширотного E_s-слоя явление — биения двух O-мод с разными действующими высотами отражений. Приведены также особенности квазипериодических вариаций амплитуд отраженного сигнала на следах транзитного E_s-слоя. Рассмотрены возможные причины появления таких биений.

20.06-01.445 Проявление солнечной активности и динамики атмосферы в вариациях интенсивности эмиссии ночного неба 557.7 и 630.0 нм в 24-м солнечном цикле. *Мизалев А.В. Солнечно-земная физика. 2020. 6, № 3, с. 99-104. Рус.*

Выполнен анализ вариаций интенсивности эмиссий атомарного кислорода [O] 557.7 и 630 нм в 2011–2019 гг. Использовались данные наблюдений, полученные в Геофизической обсерватории ИСЗФ СО РАН. Интенсивности эмиссий сопоставлялись с атмосферными, солнечными и геофизическими параметрами. Получены высокие коэффициенты корреляции между среднемесячными и среднегодовыми значениями интенсивности эмиссии 630.0 нм и индексов солнечной активности F10.7, что указывает на определяющую роль солнечной активности в вариациях этой эмиссии в анализируемый период. В вариациях эмиссии 557.7 нм в большей степени проявляется корреляция с квазидвухлетними колебаниями зонального ветра в стратосфере (индекс QVO.U30). Обсуждаются причины слабой зависимости интенсивности эмиссии 557.7 нм от солнечной активности в текущем 24-м солнечном цикле.

20.06-01.446 Атмосфера над Норильском ниже 200 км в условиях минимума и максимума солнечной активности. *Яковлева О.Е., Кушнарченко Г.П., Кузнецова Г.М. Солнечно-земная физика. 2020. 6, № 3, с. 105-109. Рус.*

Получены оценки сезонных изменений относительных величин основных газовых составляющих термосферы [O]/[N₂] и [O₂]/[O] в год максимума солнечной активности. Для оценок использовались методика авторов и результаты измерений Норильским дигизондом (69.4°N, 88.1°E) на высотах ионосферного слоя F1 (120–200 км) в спокойных и возмущенных геомаг-

нитных условиях. Отношения $[O]/[N_2]$ и $[O_2]/[O]$ в год максимума солнечной активности сравнивались с соответствующими величинами для Норильска в период длительного минимума (2007–2009 гг.). Обнаружено, что относительное содержание атомарного кислорода увеличивается в условиях максимума более чем на 35% зимой и осенью в спокойные и возмущенные дни. Весной и летом атмосфера на 20% обогащается молекулярным кислородом и в спокойные, и в возмущенные дни максимума относительно минимума.

20.06-01.447 Оценка отношений основных нейтральных составляющих термосферы в 2014–2017 гг. на высотах слоя F1 над Иркутском. Кушнаренко Г.П., Яковлева О.Е., Кузнецова Г.М. *Солнечно-земная физика*. 2020. 6, № 3, с. 110–114. Рус.

Получены оценки сезонных вариаций основных газовых составляющих термосферы $[O]/[N_2]$ и $[O_2]/[O]$ за период 2014–2017 гг. Для расчетов использовались известная авторская методика и результаты измерений электронной концентрации с помощью Иркутского дигизонда ($52^\circ N$, $104^\circ E$) на высотах 120–200 км в условиях разной геомагнитной активности. Получено, что во время геомагнитных возмущений во все сезоны рассматриваемого периода увеличивается относительное содержание молекулярной компоненты нейтральной составляющей термосферы и уменьшается атомарной. В сравнении с 2014 г. значения $[O_2]/[O]$ увеличиваются к 2017 г. в спокойных и возмущенных геомагнитных условиях: летом и весной — до 30% и 20% соответственно, зимой и осенью — до 10%. Значения $[O]/[N_2]$ уменьшаются к 2017 г. в спокойные и возмущенные дни в среднем на 15%. Подтвердилось предположение о том, что летом в спокойных геомагнитных условиях относительное содержание молекулярного кислорода $[O_2]/[O]$ увеличивается при понижении уровня солнечной активности.

20.06-01.448 Наблюдения космического мусора в области орбит глобальных навигационных спутниковых систем. Коробцев И.В., Цуккер Т.Г., Мишина М.Н., Горяшин В.Е., Еселевич М.В. *Солнечно-земная физика*. 2020. 6, № 3, с. 115–123. Рус.

Проблема количества и характеристик космического мусора в области орбит глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) представляет существенный интерес с точки зрения безопасности эксплуатации этих систем. Неоднократно предпринимавшиеся попытки поиска фрагментов космического мусора в данной области орбит не приводили к каталогизации таких объектов. Только в 2018 г. было обнаружено восемь космических объектов, не относящихся к действующим или нефункционирующим космическим аппаратам или элементам их запуска. Фотометрические и траекторные наблюдения на оптических телескопах являются практически единственным источником информации о характеристиках таких объектов. В работе изложены краткие сведения об особенностях конструкции и технических характеристиках нового телескопа АЗТ-33ВМ. Описана методика определения параметров орбит некаталогизированного космического мусора по оптическим измерениям. Представлены результаты фотометрических наблюдений космического объекта, обнаруженного в области орбит глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС.

20.06-01.449 Особенности управления космическими ядерными энергоустановками в номинальном режиме. Скорлыгин В.В. *Вопросы атомной науки и техники. Серия: Физика ядерных реакторов*. 2019, № 5, с. 50–61. Рус.

Обсуждаются проблемы оптимального управления космической ядерной энергоустановкой в номинальном режиме, под которым понимается основной режим длительного (десятки тысяч часов) автономного функционирования. Формирование критерия оптимизации и реализация стратегии управления для его достижения являются одними из наиболее важных задач разработчика перспективной ЯЭУ. Описываются результаты, полученные в процессе создания многоканальной системы управления для термоэмиссионной ядерной энергоустановки «Енисей». Формулируется стратегия управления на основе самонастройки, позволяющая достичь заданных критериев оптимизации при ресурсном изменении параметров энергоустановки.

20.06-01.450 Концепция природы тепловых вспышек на Солнце. Чариков Ю.Е., Склярова Е.М. *Научно-технич. ведомости Санкт-Петербургского гос. политехнич. ун-та. Физ.-мат. н.* 2011, № 1, с. 88–93. Рус.

Сформулированы основные положения концепции природы тепловых вспышек на Солнце, генерирующих рентгеновское излучение в диапазоне 1–8 А мощностью не выше $1CT3 \text{ Вт/м}^2$. Результаты анализа данных по вспышке 05.07.2009 года полностью подтверждают предложенную концепцию.

20.06-01.451 Моделирование процессов распространения ядерно-активной компоненты космических лучей в атмосфере Земли. Нестеренок А.В., Найденов В.О. *Научно-технич. ведомости Санкт-Петербургского гос. политехнич. ун-та. Физ.-мат. н.* 2011, № 1, с. 94–98. Рус.

Работа посвящена статистическому моделированию процессов распространения каскадов частиц вторичного космического излучения и их взаимодействия с атмосферой Земли. Приведены результаты расчета интегральных и дифференциальных потоков частиц ядерно-активной компоненты космического излучения. Проводится сравнение результатов расчетов с данными измерений.

20.06-01.452 Многопроцессорный трехмерный гибридный код для моделирования микроскопических явлений в космической плазме. Кропоткина Ю.А., Густов М.Ю., Красильщиков А.М., Левенфиш К.П., Павлов Г.Г. *Научно-технич. ведомости Санкт-Петербургского гос. политехнич. ун-та. Физ.-мат. н.* 2011, № 1, с. 99–105. Рус.

Представлена авторская разработка многопроцессорного трехмерного гибридного кода с сохранением дивергенции магнитного поля. Код позволяет эффективно моделировать бесстолкновительные процессы в плазме, происходящие на масштабах порядка ионных гирорадиусов. Приводится пример использования кода для моделирования резонансной электромагнитной ион-ионной неустойчивости.

20.06-01.453 Новый класс галактических рентгеновских источников как результат взаимодействия звездного ветра с остатком сверхновой звезды. Быков А.М., Гладилин П.Е., Осипов С.М., Павлов Г.Г. *Научно-технич. ведомости Санкт-Петербургского гос. политехнич. ун-та. Физ.-мат. н.* 2011, № 1, с. 106–110. Рус.

Рассмотрена модель ускорения частиц в окрестности расширяющегося остатка сверхновой и молодой массивной звезды с мощным звездным ветром. Показано, что на определенных фазах эволюции данный класс нетепловых источников характеризуется аномально жесткими спектрами рентгеновского и гамма-излучения.

20.06-01.454 Спектральная диагностика радиативных ударных волн в межзвездной среде. Быков А.М., Владимиров А.Е., Красильщиков А.М., Павлов Г.Г. *Научно-технич. ведомости Санкт-Петербургского гос. политехнич. ун-та. Физ.-мат. н.* 2011, № 2, с. 150–157. Рус.

Построена модель радиативной ударной волны в межзвездной среде и вычислена яркость излучения в континууме и спектральных линиях химических элементов от водорода до железа, формирующихся за фронтом такой волны. Сопоставление модельных спектров излучения с наблюдениями галактических остатков сверхновых звезд позволяет получать информацию о физических условиях в этих объектах.

20.06-01.455 Поиск радиотуманностей у пульсаров PSR J0358+5413, PSR J1809-191 7 и PSR B1800-21. Яблокова А.Е., Каргальцев О.Ю., Быков А.М., Павлов Г.Г. *Научно-технич. ведомости Санкт-Петербургского гос. политехнич. ун-та. Физ.-мат. н.* 2011, № 3, с. 176–182. Рус.

Приведены результаты обработки данных радионаблюдений пульсаров PSR J0358+5413, PSR J1809-1917 и PSR B1800-21 на интерферометре VEA. Произведен анализ полученных результатов и их сравнение с наблюдениями в других диапазонах. Сделан вывод о необходимости проведения дополнительных многоканальных наблюдений исследованных источников на телескопе EVEA.

20.06-01.456 Роль шланговой неустойчивости в ускорении заряженных частиц ударными волнами. *Быков А.М., Гладимин П.Е., Осипов С.М., Павлов Г.Г. Научно-технич. ведомости Санкт-Петербургского гос. политехнич. ун-та. Физ.-мат. н. 2012, № 3, с. 195-201. Рус.*

Проведено сравнение вклада анизотропии давления со вкладом токовой анизотропии функции распределения ускоренных частиц в показатели роста неустойчивостей в условиях префронта ударных волн остатков сверхновых звезд. Показано, что вклад анизотропии давления может быть важен при масштабах возмущений близких к гирорадиусам ускоренных частиц максимальной энергии.

20.06-01.457 Влияние оптического фона ночного неба на наземные наблюдения гамма-всплесков в диапазоне 1—10 ГэВ. *Васильев Г.И., Холупенко Е.Е., Яблоков С.Н., Байко Д.А., Быков А.М., Красильщиков А.М., Павлов Г.Г. Научно-технич. ведомости Санкт-Петербургского гос. политехнич. ун-та. Физ.-мат. н. 2012, № 3, с. 191-195. Рус.*

Рассмотрено влияние оптического фона ночного неба на возможности детектирования космических гамма-всплесков и измерения их кривых блеска в диапазоне 1—10 ГэВ наземными черенковскими гамма-телескопами. Показано, что даже при характеристиках регистрирующей аппаратуры, существенно превышающих значения характеристик современных телескопов, вероятность регистрации черенковских вспышек от космических гамма-квантов с энергиями менее 3 ГэВ существенно уменьшается под влиянием оптического фона ночного неба.

20.06-01.458 Пульсарная туманность Вела: определение анизотропии функции распределения ускоренных частиц. *Уваров Ю.А., Быков А.М., Павлов Г.Г., Левенфиш К.П., Кропотина Ю.А. Научно-технич. ведомости Санкт-Петербургского гос. политехнич. ун-та. Физ.-мат. н. 2012, № 3, с. 201-210. Рус.*

Предложена геометрическая модель торообразной структуры пульсарной туманности Вела. На основе сравнения модельных карт туманности с рентгеновскими картами высокого разрешения, полученными в результате обработки данных наблюдений обсерватории Чандра, предложен метод определения анизотропии функции распределения лептонов (электронов и позитронов) в окрестности пульсарной туманности. Восстановлен вид угловой зависимости функции распределения в системе покоя пульсарной туманности в диапазонах углов наклона направления движения частиц к направлению потока пульсарного ветра $T: 10q < T < 90q$ и $130q < T < 160q$.

20.06-01.459 Спектры временных задержек жесткого рентгеновского излучения солнечных вспышек по данным спектрометра BATSE. *Чариков Ю.Е., Глобина В.И., Скляркова Е.М. Научно-технич. ведомости Санкт-Петербургского гос. политехнич. ун-та. Физ.-мат. н. 2013, № 3, с. 237-244. Рус.*

Рассмотрены временные задержки импульсов рентгеновского излучения в разных энергетических каналах в диапазоне 20—200 кэВ, зарегистрированного спектрометром BATSE во время полета космической станции CGRO. Для получения временных задержек вычисляются попарные корреляционные функции для всех рядов со значимыми скоростями счета. После этого строится спектр задержек от энергии рентгеновских квантов для различных фаз вспышек. На начальной фазе вспышек спектр задержек монотонно возрастает с ростом энергии. В максимуме излучения характер спектра меняется для разных вспышек: от U-образного до монотонно убывающего. На фазе спада скорости счета спектр задержек скорее повторяет спектр в максимуме. Проведено сравнение полученных спектров задержек с задержками, следующими из моделей распространения ускоренных электронов.

20.06-01.460 Жесткое рентгеновское излучение ускоренных электронов в петельной структуре магнитного поля во время солнечных вспышек. *Чариков Ю.Е., Шабалин А.Н., Кудрявцев И.А. Научно-технич. ведомости Санкт-Петербургского гос. политехнич. ун-та. Физ.-мат. н. 2013, № 4, с. 154-165. Рус.*

Исследуются энергетическое, пространственное и угловое распределения ускоренных электронов в солнечных вспышечных магнитных петлях, а также генерируемый ими спектр и поляризация жесткого рентгеновского излучения. Показано, что источник жесткого рентгеновского излучения в вершине петли может формироваться даже при анизотропной инжекции вдали от вершины петли в противоположном от нее направлении. Степень поляризации отрицательная и составляет -30% в вершине магнитной петли. Проведен также сравнительный анализ результатов при разных параметрах источника ускоренных электронов и магнитного поля.

20.06-01.461 Анализ дифференциального вращения полярных шапок нейтронных звезд для случая анизотропной проводимости вещества шапок. *Цыган А.И., Шальников Д.А., Барсуков Д.П., Гогличидзе О.А. Научно-технич. ведомости Санкт-Петербургского гос. политехнич. ун-та. Физ.-мат. н. 2014, № 2, с. 120-136. Рус.*

Рассматривается дифференциальное вращение жидких полярных шапок, вызванное магнитосферными токами, замыкающимися под поверхностью нейтронной звезды. При этом учтена анизотропия проводимости и вязкости вещества полярной шапки, связанная с сильным магнитным полем. Показано, что скорость этого вращения очень мала и почти весь электрический ток замыкается глубже — в твердой коре.

20.06-01.462 Моделирование временных задержек жесткого рентгеновского излучения в солнечных вспышках. *Чариков Ю.Е., Глобина В.И., Шабалин А.Н., Елфимова Е.П. Научно-технич. ведомости Санкт-Петербургского гос. политехнич. ун-та. Физ.-мат. н. 2015, № 2, с. 148-159. Рус.*

Исследованы временные задержки жесткого рентгеновского излучения (ЖРИ), зарегистрированного спектрометром BATSE во время солнечных вспышек. Для 82 вспышек получены спектры задержек: спадающие, возрастающие и U-образные с ростом энергии квантов. Интерпретация спектров задержек ЖРИ проведена на основе модели кинетики ускоренных электронов, которые распространяются во вспышечной петле. Решение нестационарного уравнения Фоккера—Планта позволило определить функцию распределения электронов вдоль петли во времени. Распределение яркости ЖРИ вдоль вспышечной петли и использовано для построения спектров временных задержек. Показано, что спадающие спектры временных задержек поддаются интерпретации, если допустить пространственное разделение областей ускорения и инжекции электронов. Установлено различие спектров временных задержек ЖРИ из вершины и оснований вспышечной петли, поэтому необходимо проведение регулярных измерений ЖРИ с высоким пространственным разрешением.

20.06-01.463 Математическая модель спутника с произвольным числом нежестких элементов. *Обвинников М.Ю., Ткачев С.С., Шестопёров А.И. Мат. моделир. 2020. 32, № 12, с. 14-28. Рус.*

Разработана, реализована и верифицирована математическая модель космического аппарата (КА) с произвольным числом крупногабаритных нежестких элементов его конструкции (КНЭК). Полученная на основе общих уравнений динамики модель КА записана в обобщенных координатах. Она допускает три типа сочленения КНЭК с корпусом КА: консольное, с помощью одноступенного и двухступенного шарниров. Благодаря использованной в работе процедуре вывода уравнений движения, предложенная модель позволяет изменять число КНЭК и типы сочленений, не переписывая заново уравнения движения в символической форме, что делает ее комфортной для программной реализации.

20.06-01.464 Физические и химические свойства галактических шаровых скоплений разного происхождения, выявленных по данным Gaia DR2. *Марсаков В.А., Коваль В.В., Гожа М.Л. Астрон. ж. 2020. 97, № 10, с. 795-806. Рус.*

Исследованы различия связей между физическими параметрами и содержаниями химических элементов у образовавшихся внутри Галактики и аккрецированных шаровых звездных скоплений. Информация об определенных по данным Gaia DR2 ме-

стах предположительного образования скоплений заимствована из литературных источников. В них для 151 шарового скопления оценена вероятность принадлежности к балджу и диску Галактики, а также к шести известным событиям слияния карликовых галактик-спутников с Млечным Путем. Элементы орбит, начальные массы, типы населений и возрасты взяты из литературы, а данные о химическом составе для 69 шаровых скоплений Галактики — из авторского компилятивного каталога. Показано, что все малометаллические ($[Fe/H] < -1.0$) генетически связанные шаровые скопления имеют высокие относительные содержания α -элементов. Поскольку, согласно современным представлениям, с увеличением массы сверхновые второго типа выбрасывают в межзвездную среду больше α -элементов, выдвинуто предположение, что массы сверхновых второго типа в Галактике были больше, чем в аккрецированных галактиках. Доказывается, что скопления группы “Low Energy”, считавшиеся аккрецированными, генетически связаны с единым протогалактическим облаком, как и нестратифицированные скопления UKS 1 и Liller 1, которые принадлежат, скорее всего, балджу. Показано, что с увеличением среднего радиуса орбит скоплений не только нижний, но и верхний пределы их масс уменьшаются. Последний факт объясняется уменьшением масс рождающихся скоплений с уменьшением масс их родительских галактик. Продемонстрировано, что экстремально многокомпонентное звездное население наблюдается только у аккрецированных шаровых скоплений с начальной массой $> 10^6 M_{\odot}$. Выдвинуто предположение, что эти скопления сохранили все вещество, выброшенное их проэволюционировавшими звездами, из которого образовались новые поколения звезд, благодаря долгой эволюции вдали от нашей Галактики.

20.06-01.465 Эволюция вязкого протопланетного диска при образовании конвективно-неустойчивых областей. II. Режимы аккреции и долговременная динамика. Максимова Л.А., Павлюченков Я.Н., Тутузов А.В. Астрон. ж. 2020. 97, № 10, с. 807-819. Рус.

Продолжено исследование роли конвекции как возможного фактора в обеспечении эпизодической аккреции в протопланетных дисках. В рамках модели, представленной в Статье I, проанализирован характер аккреции при различных темпах притока вещества из оболочки и различных областях питания диска. Показано, что вспыхивающий режим возникает в широких диапазонах параметров. Также промоделирована долговременная эволюция диска, включающая в себя ослабевающий со временем приток вещества из оболочки. Продемонстрировано, что диск становится конвективно-неустойчивым и обеспечивает вспыхивающий режим аккреции на звезду на протяжении нескольких млн. лет. При этом неустойчивость охватывает область в несколько десятков астрономических единиц и со временем постепенно сокращается. Показано также, что на ранних этапах эволюции диска возникают условия для гравитационной неустойчивости во внешних частях диска и для испарения пыли в конвективно-неустойчивых внутренних областях. Общий вывод работы состоит в том, что конвекция может быть одним из механизмов эпизодической аккреции в протозвездных дисках, но этот вывод нуждается в проверке на базе более согласованных гидродинамических моделей.

20.06-01.466 Образование звездных потоков в ходе распада звездных скоплений, ов ассоциаций и спутников галактик. Тутузов А.В., Сизова М.Д., Верещанин С.В. Астрон. ж. 2020. 97, № 10, с. 820-832. Рус.

Представлен сценарий эволюции ОВ ассоциаций и звездных скоплений от образования до распада, в ходе которого они превращаются в звездные потоки, движущиеся в диске, и звездные “кольца” вокруг галактического центра. Сценарий включает также образование звездных потоков путем поглощения галактиками своих спутников — карликовых галактик. Построены простейшие пространственно-кинематические модели эволюции. Показано, что в рамках рассмотренных моделей появляются звездные структуры, сходные с наблюдаемыми звездными потоками.

20.06-01.467 Эволюция мазерного излучения OH и H₂O в области активного звездообразования IRAS 05358+3543 (S231). Ашимбаева Н.Т., Колом П., Краснов В.В., Лехт Е.Е., Пащенко М.И., Рудницкий Г.М.,

Толмачев А.М. Астрон. ж. 2020. 97, № 10, с. 833-848. Рус.

Представлены результаты наблюдений области звездообразования, расположенной в рукаве Персея и связанной с туманностью Шарплеса S231, в линиях молекул H₂O на длине волны 1.35 см и OH на длине волны 18 см, полученных на 22-м радиотелескопе в Пуццано (Россия) и на Большом радиотелескопе в Нансэ (Франция) соответственно. Приведен каталог спектров мазерного излучения H₂O за период с марта 2003 г. по март 2020 г. Переменность интегрального потока, вычисленного на основе мониторинга Фелли и др. (1987—2007 гг.) и нашего мониторинга (2003—2020 гг.), имеет квазипериодический характер продолжительностью циклов от 4.3 до 7.7 г. В каждом цикле активности происходили вспышки мазерного излучения как одиночных, так и нескольких деталей. Среднее время роста и спада излучения вспышки составило 0.30 ± 0.02 г. и 0.35 ± 0.02 г. соответственно. Наблюдаемые дрейф и скачки лучевой скорости эмиссионных деталей H₂O могут быть следствием воздействия на них ударных волн, возникающих при повышении активности протозвезды. Сложный характер переменности показывает, что среда генерации мазерного излучения H₂O фрагментирована и в ней могут происходить мелкомасштабные турбулентные движения вещества. Мазерное излучение OH наблюдалось нами в главных линиях 1665 и 1667 МГц и в спутливой линии 1720 МГц. Обнаружено большое число эмиссионных деталей OH и их переменность. Найдена одна зеэмановская пара на -9.2 км/с с небольшим расщеплением, при этом в период 2008—2020 гг. величина продольного магнитного поля монотонно уменьшалась от 0.24 до 0.10 мГс. Для трех самых интенсивных деталей вычислены степени линейной поляризации и позиционные углы. Обнаружена корреляция между активностью мазеров H₂O и OH.

20.06-01.468 Солнечный квадруполь в тензорном описании. Шибалова А.С., Обридко В.Н., Соколов Д.Д., Пичин В.В. Астрон. ж. 2020. 97, № 10, с. 849-857. Рус.

Исследуются циклические вариации квадрупольного компонента магнитного поля Солнца в рамках тензорного описания. Результаты согласуются с классическим описанием квадруполя с помощью сферических функций, а математический аппарат тензорной алгебры позволяет сравнивать наблюдаемые изменения магнитного квадруполя и изменения, предсказываемые теориями магнитного динамо. Мы пришли к выводу, что свойства квадруполя могут быть достаточно хорошо описаны моделями солнечного динамо, предполагающими отклонения от дипольной симметрии без независимого возбуждения мод квадрупольной симметрии.

20.06-01.469 Кинетические расчеты эффективности перезарядки протонов солнечного ветра в протяженной водородной короне Марса. Шематович В.И., Бисикало Д.В. Астрон. ж. 2020. 97, № 10, с. 858-865. Рус.

Представлены результаты модельных расчетов эффективности перезарядки протонов солнечного ветра с атомами водорода в протяженной короне Марса. Показано, что энергетический спектр проникающих в атмосферу Марса атомов водорода идентичен спектру невозмущенных протонов солнечного ветра. Эффективность перезарядки изменяется в интервале 2—4% в зависимости от положения границы индуцированной магнитосферы Марса. Данные оценки совместно с разработанной ранее кинетической моделью высыпания протонов и атомов водорода в планетную атмосферу позволят проследить все этапы проникновения протонов невозмущенного солнечного ветра в плотные слои атмосферы и оценить наблюдаемые характеристики протонных сияний на Марсе.

20.06-01.470 Вековая эволюция колец вокруг вращающихся трехосных гравитирующих тел. Кондратьев В.П., Корноузов В.С. Астрон. ж. 2020. 97, № 10, с. 866-872. Рус.

Поставлена и решена задача о вековой эволюции тонкого кольца вокруг быстро вращающегося трехосного небесного тела. Технология расчета вековых возмущений строилась на двух формулах — азимутально усредненном силовом поле центрального тела и взаимной энергии $W_{вз}$ этого тела и кольца Гаусса. Используя $W_{вз}$ вместо обычной возмущающей функции,

получена система дифференциальных уравнений для оскулирующих элементов кольца. Получено уравнение, позволяющее по единой схеме находить коэффициенты зональных гармоник азимутально усредненного потенциала неоднородного эллипсоида. Метод прилагается к карликовой планете Хаумеа с уточненными значениями массы каменного ядра и ледяной оболочки, а также коэффициентов зональных гармоник потенциала C_{20} и C_{40} . По новым данным, кольцо вокруг Хаумеа имеет небольшой наклон к экватору и должно прецессировать. Установлено, что период обратной прецессии узла кольца Хаумеа (без учета самогравитации) равен $T_{\Omega}=12.9\pm 0.7^d$, а период прецессии линии апсид в прямом направлении составляет $T_{\omega}\approx 8.08^d$. Доказано, что орбитальный резонанс 3:1 для частиц кольца Хаумеа выполняется лишь приблизительно, причем время усреднения дополнителных возмущений при неостром резонансе оказалось на порядок меньше, чем время T_{Ω} . Это подтверждает адекватность данного метода.

20.06-01.471 Измерения уклонений отвеса на известной московской аттракции с помощью цифрового астроизмерителя. Мурзабеков М.М., Фатеев В.Ф., Юзефович П.А. Астрон. жс. 2020. 97, № 10, с. 873-880. Рус.

Рассмотрены результаты измерений значений составляющих уклонений отвесной линии (УОЛ) с цифровым астроизмерителем на Московской гравитационной аномалии (аттракции), которая была обнаружена еще в 1850-х годах профессором астрономии Московского университета Б.Я. Швейцером. Статья основана на докладе, сделанном на конференции “Астрометрия вчера, сегодня, завтра” (ГАИШ МГУ, 14–16 октября 2019 г.).

20.06-01.472 Галактики в наблюдениях и численных моделях. Демьянский М., Дорошкевич А., Ларченко Т., Пилипенко С. Астрон. жс. 2020. 97, № 11, с. 883-894. Рус.

Сравнение вириальных параметров галактик и скоплений галактик (радиуса, плотности и энтропийной функции) в широком интервале масс $10^6 \leq M_{vir}/M_{\odot} \leq 10^{14}$ показывает, что эти параметры коррелированы и регулярным образом зависят от вириальной массы объекта. Для наблюдаемых галактик и скоплений галактик доступные оценки вириальных параметров оказываются достаточно близкими и значения редуцированной вириальной плотности G_{ρ} сконцентрированы в узком интервале $0.5 \leq G_{\rho}/(G_{\rho}) \leq 2$ вокруг общего среднего значения. Этот “вириальный” парадокс усиливается при сравнении с численными моделями, в которых подобных объектов крайне мало, и для большинства гало темной материи эти плотности в ~ 50 –100 раз меньше. Теоретический анализ указывает на возможные причины различия наблюдений и моделей, отмечая их связь со спектром космологических возмущений. После соответствующих уточнений рассмотренные данные могут быть использованы для контроля моделей космологической инфляции. Кратко обсуждается ряд сопутствующих вопросов.

20.06-01.473 Обратное комптоновское рассеяние излучения центрального источника как возможный механизм образования рентгеновского излучения килопарсековых джетов квазаров с доминирующими ядрами. Бутузова М.С., Пушкарев А.В., Шабловинская Е.С., Назаров С.В. Астрон. жс. 2020. 97, № 11, с. 895-916. Рус.

Для интерпретации рентгеновского излучения килопарсековых джетов квазаров почти 20 последних лет широко использовалось обратное комптоновское рассеяние реликтового излучения. Недавний анализ данных наблюдений *Fermi*-LAT показал неприменимость указанного предположения для джетов нескольких квазаров. В данной работе мы рассматриваем обратное комптоновское рассеяние фотонов центрального источника как возможный механизм образования рентгеновского излучения килопарсековых джетов квазаров PKS 0637–752, 3C 273, PKS 1510–089 и PKS 1045–188. Получены оценки угла с лучом зрения и скорости килопарсековых джетов. Предсказываемый поток излучения в гамма диапазоне для всех объектов оказался ниже верхнего ограничения на поток от килопарсекового джета, полученного из данных наблюдений *Fermi*-LAT. Показано, что наше предположение о механизме образования рентгеновского излучения килопарсековых джетов согласуется со всеми имеющимися к настоящему времени данными много-

волновых наблюдений.

20.06-01.474 Изменения орбитального периода затменно-двойной системы V505 Sgr. Халиуллина А.И. Астрон. жс. 2020. 97, № 11, с. 917-923. Рус.

Проведен анализ изменений орбитального периода затменно-двойной системы V505 Sgr, входящей в состав визуально-двойной системы CHR 90. Показано, что изменения периода можно представить суперпозицией векового уменьшения периода со скоростью $2.97 \cdot 10^{-7}$ сут/год и светового уравнения с периодом 72.8 года. Вековое уменьшение периода можно объяснить потерей углового момента за счет магнитного торможения на вторичном компоненте, который имеет поздний спектральный класс. Световое уравнение объясняется присутствием в системе третьего тела, которое было обнаружено как из спектральных, так и из спекл-интерферометрических наблюдений.

20.06-01.475 Цикличность изменений внезатменного блеска и периода тесной двойной системы типа W UMa AM Leo. Горда С.Ю. Астрон. жс. 2020. 97, № 11, с. 924-938. Рус.

Представлены результаты 14-летнего фотометрического мониторинга контактной тесной двойной системы (ТДС) AM Leo типа W UMa. Обнаружены циклические колебания блеска малой амплитуды с периодом 7.6 ± 0.3 года, не связанные с явлениями затмений и приливными деформациями компонентов, а также малоамплитудные циклические колебания периода ТДС практически с тем же значением периода осцилляций. Сделан вывод, что механизмом, генерирующим такие колебания, может являться процесс изменения магнитного поля конвективных оболочек компонентов. На основании зарегистрированного уменьшения значений глубин обоих минимумов кривых блеска и смены их относительных значений сделан вывод о возможном переходе системы из подкласса W в подкласс A в настоящее время. Приведены значения семи новых значений моментов минимумов.

20.06-01.476 Генерация свободных комет и планет планетными системами. Тутузов А.В., Дремова Г.Н., Дремов В.В. Астрон. жс. 2020. 97, № 11, с. 939-953. Рус.

Представлена 3D-численная модель эволюции астероидно-кометно-планетного (АКП) компонента Солнечной системы под гравитационным влиянием Юпитера. Продемонстрировано возникновение пояса Койпера Солнца, облака Оорта Солнца и Юпитера, а также возникновение внесолнечных АКП структур, таких как АКП “копье”, которое, удлиняясь со временем, превращается в АКП “кольцо” вдоль орбиты Солнца, обращенного вокруг центра Галактики. При обобщении на случай Галактики сделан вывод, что заметная часть АКП объектов оказывается не связанной с родительскими звездами и образует поле свободных астероидов, комет и планет Галактики. Галактики малых масс ($M < 10^8 M_{\odot}$) теряют часть свободного АКП материала в межгалактическое пространство своих скоплений, обретая галактические АКП “копья”.

20.06-01.477 Автономное прогнозирование движения КА ГЛОНАСС и GPS в навигационных приемниках. Кудрявцев С.М. Астрон. жс. 2020. 97, № 11, с. 954-968. Рус.

Разработан и исследован новый алгоритм автономного долгосрочного прогнозирования эфемерид КА ГЛОНАСС и GPS в наземных навигационных приемниках. Алгоритм может применяться для определения координат пользователя, когда невозможно или затруднительно принять бортовые эфемериды КА (напр., в условиях плохой радиовидимости спутников). Показано, что точностные характеристики метода превышают аналогичные показатели других известных решений. Получена зависимость значения коэффициента учета солнечного давления, специфичного для каждого спутника, от поколения блока КА. Одновременно с параметрами движения спутников определяются координаты полюса Земли с точностью до единиц миллисекунд дуги. Использование автономного алгоритма прогнозирования эфемерид КА позволяет значительно ускорить поиск видимых спутников ГЛОНАСС и GPS и первое определение координат пользователя после “холодного” старта приемника. Статья основана на докладе, сделанном на конференции “Аст-

рометрия вчера, сегодня, завтра” (ГАИШ МГУ, 14–16 октября 2019 г.).

20.06-01.478 Изменения спектрального типа ядра сейфертовской галактики NGC 3516 в 2016–2020 гг. *Огнянский В.Л., Михайлов Х.М., Гусейнов Н.А. Астрон. ж.* 2020. 97, № 12, с. 971–976. Рус.

Представлены результаты спектральных наблюдений NGC 3516 в 2016–2019 гг., полученных с 2-м телескопом Шамахинской астрофизической обсерватории. В первой половине 2016 г. наблюдался интенсивный широкий компонент $H\beta$, что говорит о смене типа, в сравнении с 2014 г., когда он был почти не виден. Во второй половине 2016 г. широкий компонент $H\beta$ снова ослабел и был практически не наблюдаем до конца 2019 г. В конце 2019 г. широкий компонент $H\beta$ снова усилился, а в мае 2020 г. достиг типичного уровня для высокого состояния объекта. В течение 2016–2020 гг. мы наблюдали несколько смен спектрального типа NGC 3516.

20.06-01.479 Природа чисто звездных колец в линзовидных галактиках. *Сильченко О.К. Астрон. ж.* 2020. 97, № 12, с. 977–985. Рус.

Исследовано происхождение нескольких колец в линзовидных галактиках, в которых отсутствуют признаки текущего или недавнего звездообразования (эмиссионные линии и сигнал в ультрафиолетовом диапазоне спектра). Измерены параметры звездного населения — средний возраст и отношение магния к железу, проанализированы структурные особенности. Сделан вывод, что во всех галактиках кольца имеют разную историю формирования и разную природу: только для двух из четырех колец резонансное происхождение, связанное с динамикой центральной триаксиальной структуры (баром), представляется предпочтительным.

20.06-01.480 Миграция горячих юпитеров под действием истечения атмосферы. *Курбатов Е.П., Бисикало Д.В., Шайхисламов И.Ф. Астрон. ж.* 2020. 97, № 12, с. 986–996. Рус.

Воздействие ионизирующего излучения и гравитации звезды на “горячий Юпитер” приводит к истечению его атмосферы. В результате гравитационного воздействия со стороны планеты истекающее вещество приобретает угловой момент, после чего оно накапливается на более высокой круговой орбите вокруг звезды, формируя диск или тор. Обмен угловым моментом между тором и планетой вызывает миграцию планеты к звезде. В данной работе мы рассматриваем эффективность такого механизма миграции на примере системы HD 209458. Оказалось, что за $4.5 \cdot 10^9$ лет, прошедших после испарения протопланетного диска, планета может мигрировать с орбиты $\gtrsim 0.67$ а.е. до ее текущей орбиты 0.045 а.е.

20.06-01.481 Моделирование эмиссионных линий водорода в спектре UX Ori в ярком состоянии и во время затмений. *Тамбовцева Л.В., Гринин В.П., Дмитриев Д.В. Астрон. ж.* 2020. 97, № 12, с. 997–1013. Рус.

Выполнено моделирование водородного спектра звезды типа UX Ori в ярком состоянии и во время затмения непрозрачным пылевым фрагментом собственного протопланетного диска. В качестве основного источника эмиссионного спектра рассматривается дисковый ветер. Учитывается также излучение, образующееся в магнитосфере звезды. Показано, что вариации профиля линии $H\alpha$ при затмениях чувствительным образом зависят от угла раствора ветра. В моделях с большим углом раствора эмиссионная линия в минимуме блеска становится одиночной, асимметричной и смещается в красную сторону, что противоречит наблюдениям, проведенным в 1992 г. во время глубокого минимума блеска UX Ori, когда асимметричная двухпиковая эмиссия превратилась в асимметричную одиночную и практически несмещенную. Это указывает на то, что вклад в эмиссионный спектр дает еще один источник, который не закрывается непрозрачным экраном в моменты затмений. В качестве возможных вариантов рассмотрены: а) рассеянное излучение гипотетического пылевого гало в полярной области диска и б) периферийные слои газовой атмосферы диска, являющиеся источником фотоиспаряющегося ветра. Для прояснения ситуации необходимы новые высококачественные наблюдения спектров звезд этого типа в глубоких минимумах блеска.

20.06-01.482 Кинематические свойства молодых звезд средних и малых масс из каталога Gaia DR2. *Бобылев В.В., Байкова А.Т. Астрон. ж.* 2020. 97, № 12, с. 1014–1021. Рус.

Изучены кинематические свойства молодых звезд, еще не достигших стадии главной последовательности. Отбор этих звезд был осуществлен по данным каталога Gaia DR2 с привлечением ряда фотометрических инфракрасных обзоров. С использованием 4564 звезд с ошибками параллакса менее 20% найдены следующие значения параметров угловой скорости вращения Галактики: $\Theta_0 = 28.84 \pm 0.10$ км/с/кпк, $\Theta'_0 = -4.063 \pm 0.029$ км/с/кпк² и $\Theta''_0 = 0.766 \pm 0.020$ км/с/кпк³, где значения постоянных Оорта составляют $A = 16.25 \pm 0.33$ км/с/кпк и $B = -12.58 \pm 0.34$ км/с/кпк. Круговая скорость вращения окосолнечной окрестности вокруг центра Галактики равна $V_0 = 230.7 \pm 4.4$ км/с для принятого расстояния Солнца до галактического центра $R_0 = 8.0 \pm 0.15$ кпк. Показано, что дисперсия остаточных скоростей рассмотренных звезд мала, что говорит об их чрезвычайной молодости. Среднее по трем координатам значение дисперсии остаточных скоростей для звезд Хербига Ae/Be составляет около 11 км/с, а для звезд типа Т Тельца — около 7 км/с.

20.06-01.483 Решение уравнения Кеплера с машинной точностью. *Абубекеров М.К., Гостев Н.Ю. Астрон. ж.* 2020. 97, № 12, с. 1022–1029. Рус.

Представлен алгоритм численного решения уравнения Кеплера с машинной точностью. Доказана сходимости итерационной последовательности метода Ньютона при указанном начальном приближении. Сформулирована задача нахождения численного решения уравнения Кеплера как числа с плавающей запятой. Учтены аспекты, связанные с вычислениями вблизи машинного нуля. Проанализирована точность возможного результата. Выявлена проблема, возникающая при стремлении к максимально возможной точности, и предложено ее решение. Дана оценка машинного времени, необходимого для решения уравнения Кеплера данным методом.

20.06-01.484 Космический детектор гравитационных волн TianQin: ключевые технологии и текущее состояние реализации проекта. *Милюков В.К. Астрон. ж.* 2020. 97, № 12, с. 1030–104. Рус.

TianQin — проект гравитационно-волнового детектора космического базирования для регистрации ГВ событий в миллигерцовом диапазоне частот. Космический детектор должен быть реализован на трех идентичных свободных от шума космических аппаратах, вращающихся на орбите вокруг Земли. Ключевыми технологиями, формирующими принципы функционирования космического ГВ детектора, являются, во-первых, ультрастабильный лазерный интерферометр транспондерного типа и, во-вторых, система компенсации негравитационных возмущений. В работе обсуждаются базовые принципы работы и современное состояние ключевых технологий, создаваемых в КНР. Учитывая нынешний уровень технологической готовности, следует ожидать, что TianQin будет запущен во второй половине следующего десятилетия и будет слушать космической обсерваторией для широкого класса астрофизических источников гравитационных волн.

20.06-01.485 Налунные измерения физической либрации Луны: методы и оценка точности. *Петрова Н.К., Нефедьев Ю.А., Андреев А.О., Загидуллин А.А. Астрон. ж.* 2020. 97, № 12, с. 1042–1050. Рус.

Представлены результаты компьютерного моделирования планируемых налунных наблюдений с помощью автоматизированного зенитного телескопа, который может быть установлен на любой широте Луны. Показаны достоинства налунных наблюдений по сравнению с лазерной локацией Луны. Исследованы возможность и эффективность использования этих наблюдений для определения параметров вращения Луны (физической либрации). Проанализированы требования к точности наблюдений с учетом требований к точности определения параметров вращения Луны. Представлены оценки необходимого количества телескопов и их оптимального расположения. Статья основана на докладе, сделанном на конференции “Астрометрия вчера, сегодня, завтра” (ГАИШ МГУ, 14–16 октября

2019 г.).

20.06-01.486 Метеорный поток κ -Цигниды и его связь с околоземными астероидами. *Сергиенко М.В., Соколова М.Г., Нефедьев Ю.А., Андреев А.О.* *Астрон. ж.* 2020. 97, № 12, с. 1051-1056. Рус.

Целью исследования является изучение связей метеорного потока κ -Цигнид с различными группами астероидов, пересекающих орбиту Земли (Near-Earth objects, NEO), на основе наблюдаемой структуры метеорного потока и комплексного подхода оценки близости расстояний между орбитами двух тел. Метеорный поток κ -Цигниды (код KCG) ежегодно наблюдается с 3 по 25 августа и относится к потокам с невысокой активностью, размер его средней орбиты составляет около 3.2 а.е., геоцентрическая скорость 20.9 км/с. Родительское тело (РТ) потока среди комет не найдено. Активно изучаются связи потока с астероидами как вероятными РТ потока, некоторые из них как гипотезы приведены на сайте Центра метеорных данных IAU MDC. Статья основана на докладе, сделанном на конференции "Астрометрия вчера, сегодня, завтра" (ГАИШ МГУ, 14–16 октября 2019 г.).

20.06-01.487 Активные ядра среди галактик с полярными кольцами. *Смирнов Д.В., Решетников В.П.* *Письма в Астрон. ж.* 2020. 46, № 8, с. 535-542. Рус.

На основе данных обзора SDSS рассмотрен вопрос о встречаемости активных ядер среди галактик с полярными кольцами. Найдены свидетельства в пользу избытка сейфертовских галактик и лайнеров среди галактик с полярными кольцами по сравнению с обычными объектами. Наблюдаемая активность ядер галактик с полярными кольцами, возможно, связана с аккрецией газа из области полярных структур на центральные галактики.

20.06-01.488 Использование сферических функций в галактоцентрической системе координат для исследования кинематики шаровых звездных скоплений. *Цветков А.С., Амосов Ф.А.* *Письма в Астрон. ж.* 2020. 46, № 8, с. 543-551. Рус.

Аппарат сферических функций, как скалярных, так и векторных, уже давно применялся для анализа астрономических данных на сфере, например, в представлении систематических ошибок, в звездной кинематике. До сих пор сферические функции использовались исключительно в гелиоцентрических координатных системах: экваториальной или галактической. Для исследования кинематики всей Галактики (а не только околосолнечной окрестности) разумно перейти к галактоцентрической системе координат. Вторая версия каталога GAIA еще не позволяет проводить такой анализ для индивидуальных звезд из-за относительно невысокой точности параллакса. Однако для шаровых звездных скоплений такое исследование представляется возможным, несмотря на их небольшое число. Хотя кинематика шаровых скоплений подробно изучалась во многих работах, мы хотим протестировать метод анализа галактоцентрических собственных движений и лучевых скоростей с помощью сферических функций на материале этого каталога.

20.06-01.489 Образование тяжелых элементов при взрыве маломассивной нейтронной звезды в тесной двойной системе. *Панов И.В., Юдин А.В.* *Письма в Астрон. ж.* 2020. 46, № 8, с. 552-561. Рус.

Рассмотрен нуклеосинтез тяжелых элементов в сценарии эволюции тесной двойной системы нейтронных звезд, сильно различающихся по массе. Эволюция такой системы на конечной стадии, в отличие от многократно рассматривавшегося в литературе сценария слияния двух нейтронных звезд сравнимых масс, состоит в быстром перетекании вещества на более массивную звезду и взрывном разрушении маломассивного компонента. В статье приведены детали процесса взрыва и рассчитана распространенность образующихся при этом тяжелых элементов для различных начальных условий.

20.06-01.490 Оптическая спектроскопия высоко-го разрешения POST-AGB сверхгиганта V340 SER (=IRAS 17279?1119). *Клочкова В.Г., Панчук В.Е., Та-волжанская Н.С., Юшкин М.В.* *Письма в Астрон. ж.*

2020. 46, № 8, с. 562-574. Рус.

В спектрах сверхгиганта V340 Ser (=IRAS 17279—1119), полученных на 6-м телескопе БТА с разрешением $R \geq 60\,000$, найдены признаки переменности ветра и стратификации скорости в протяженной атмосфере. Линия Na имеет профиль типа P Cyg, абсорбционная компонента которого ($V_{\odot} = +34$ км/с) формируется в верхних слоях расширяющейся атмосферы, близких к околозвездной среде. Для четырех дат по положениям от 300 до 550 симметричных абсорбций металлов с точностью лучше ± 0.1 км/с получена средняя скорость: $V_{\odot} = 59.30, 60.09, 58.46, 55.78$ км/с. Множество низковозбужденных линий металлов имеют профиль типа обратного P Cyg. Среднее положение их эмиссионных компонент, $V_{\odot} = 46.3 \pm 0.4$ км/с, систематически отличается от скорости по симметричным абсорбциям, что указывает на наличие градиента скорости в протяженной атмосфере сверхгиганта. Многокомпонентный профиль D-линий NaI содержит: межзвездную $V_{\odot} = -11.2$ км/с, околозвездную $V_{\odot} = +10$ км/с, и компоненту $V_{\odot} = +34.0$ км/с, формирующуюся в верхних слоях атмосферы. Средняя скорость по 20–30 отождествленным в спектрах диффузным межзвездным полосо-сам (DIBs), $V_{\odot} (\text{DIBs}) = -11.6 \pm 0.2$ км/с, согласуется со скоростью по межзвездным компонентам NaI и KI. Эквивалентная ширина триплета кислорода $W(\text{OI } 7774) = 1.25 \text{ \AA}$ соответствует абсолютной величине звезды $M_V \approx -4.6^m$, что с учетом полного (межзвездное+околозвездное) поглощения приводит к расстоянию до звезды $d \approx 2.3$ кпк.

20.06-01.491 Эффекты отклонения от лтр в линиях рубидия у холодных звезд. *Коротин С.А.* *Письма в Астрон. ж.* 2020. 46, № 8, с. 575-583. Рус.

Рассмотрено формирование резонансных линий рубидия с учетом влияния эффектов отклонения от локального термодинамического равновесия (ЛТР). Составлена модель атома рубидия с использованием 29 уровней Rb I и основного уровня Rb II. Выполнены неЛТР вычисления для сетки моделей атмосфер с T_{eff} от 3500 до 6500 K, $\log g$ от 1.0 до 5.0, $[\text{Fe}/\text{H}]$ от -1.0 до $+0.5$, $V_t = 1.0$ км/с и относительным содержанием рубидия $[\text{Rb}/\text{Fe}] = 0.0$. Показано, что неучет влияния эффектов отклонения от ЛТР может приводить к значительным ошибкам в определении содержания этого элемента. При этом величина неЛТР-поправок для звезд-карликов с эффективными температурами ниже 4000 K критически зависит от учета ударных взаимодействий с атомами водорода. Различия в содержании рубидия при использовании детальных квантовомеханических расчетов и теоретического приближения Дравина для учета скоростей столкновений атомов с атомами водорода могут достигать 0.17 dex. По линиям в спектре Солнца определено содержание рубидия $(\text{Rb}/\text{H}) = 2.35 \pm 0.05$, которое практически совпадает с содержанием рубидия, получаемым из анализа метеоритов $(\text{Rb}/\text{H}) = 2.36 \pm 0.03$.

20.06-01.492 Эволюционный статус и фундаментальные параметры цефеиды V1033 Cyg. *Фадеев Ю.А.* *Письма в Астрон. ж.* 2020. 46, № 8, с. 584-589. Рус.

На основе согласованных расчетов звездной эволюции и нелинейных звездных пульсаций показано, что цефеида V1033 Cyg находится на эволюционной стадии гравитационного сжатия гелиевого ядра после главной последовательности и впервые пересекает полосу пульсационной неустойчивости. Наблюдаемая переменность звезды обусловлена радиальными колебаниями в фундаментальной моде. Лучшее согласие (в пределах одного процента) теоретической оценки скорости изменения периода с данными современных наблюдений получено для эволюционной последовательности с массой звезды $M = 6.3 M_{\odot}$ и содержаниями гелия и более тяжелых элементов $Y = 0.28$ и $Z = 0.022$ соответственно. Возраст, светимость, радиус, эффективная температура и ускорение силы тяжести на поверхности цефеиды составляют $t_{\text{ev}} = 5.84 \cdot 10^7$ лет, $L = 2009 L_{\odot}$, $R = 45.6 R_{\odot}$, $T_{\text{eff}} = 5726$ K, $lg g = 1.92$.

20.06-01.493 Первые орбиты шести широких двойных звезд в окрестности Солнца на основе наблюдений Gaia DR2. *Кляева О.В., Романенко Л.Г.* *Письма в Астрон. ж.* 2020. 46, № 8, с. 590-606. Рус.

Метод параметров видимого движения (ПВД) предназначен для определения орбит широких пар двойных звезд с пери-

дами обращения в сотни и тысячи лет. Это динамический метод, использующий все, что известно о звезде, в один момент времени, для восстановления полной орбиты в рамках задачи двух тел. В каталоге Gaia DR2 содержатся все данные на момент 2015.5, которые необходимы для использования метода ПВД, если относительное движение отражает невозмущенное движение по орбите. В данной работе продемонстрированы возможности метода для определения орбит индивидуальных звезд. Исследованы 6 звезд. У тройной звезды ADS 7034 впервые определены орбита внутренней пары, множество орбит внешней пары и область устойчивости тройной системы. На примере двойной звезды ADS 9357 показано, что для определения орбит индивидуальных звезд метод ПВД имеет преимущество по сравнению с геометрическими методами, использующими уравнения Тиле—Иннеса на коротких дугах, охваченных наблюдениями. Для трех звезд — ADS 7588, ADS 8561, ADS 9048 — орбиты с периодами более 1000 лет определены впервые. Для WDS 14051+4913 надежную орбиту определить невозможно, получено предварительное семейство орбит, подозревается спутник. В работе приведен список проблемных звезд, для которых не определены орбиты, но возможно присутствие спутника.

20.06-01.494 GRB 200415A: гигантская вспышка магнетара или короткий гамма-всплеск? Минаев П.Ю., Позаненко А.С. Письма в Астрон. ж. 2020. 46, № 9, с. 611-623. Рус.

DOI: 10.31857/S0320010820090041.

20.06-01.495 Расстояние до сейфертовской галактики NGC 1672 и ее звездное строение. Тихонов Н.А., Галазутдинова О.А. Письма в Астрон. ж. 2020. 46, № 9, с. 624-632. Рус.

DOI: 10.31857/S0320010820090065.

20.06-01.496 Ранняя болометрическая светимость SN 2013fs без фотометрии. Чугай Н.Н. Письма в Астрон. ж. 2020. 46, № 9, с. 633-639. Рус.

DOI: 10.31857/S032001082009003X.

20.06-01.497 Н 3-75: планетарная туманность с двойной центральной звездой NSV 16624. Архипова В.П., Иконникова Н.П., Бураков М.А., Додин А.В. Письма в Астрон. ж. 2020. 46, № 9, с. 640-650. Рус.

Н 3-75 — планетарная туманность среднего возбуждения с двойной центральной звездой, состоящей из горячего субкарлика с $T_{hot} \sim 10^5$ К и холодного гиганта. В работе приводятся результаты наших фотометрических и спектральных наблюдений, полученных в 2020 г., и анализируются данные из литературы. Измерен блеск холодного компонента системы в VRCISJHK полосах. Измерены относительные интенсивности эмиссионных линий в спектре планетарной туманности N3-75, получена оценка поглощения света, определены параметры газовой оболочки. Определены спектральный класс и класс светимости холодной звезды K0III, проанализирован ее спектр. Получены оценки расстояния до объекта ($d \sim 3660$ пк) и светимости компонентов двойной системы: $L_{cold} \sim 50 L_{sun}$ и $L_{hot} \sim 160 L_{sun}$. Горячий субкарлик со своими параметрами T_{hot} и L_{hot} попадает на трек охлаждения post-AGB звезд. DOI: 10.31857/S0320010820090016.

20.06-01.498 Орбиты и структура четверных систем GJ 225.1 и FIN 332. Токовинин А.А. Письма в Астрон. ж. 2020. 46, № 9, с. 651-659. Рус.

DOI: 10.31857/S0320010820090077.

20.06-01.499 Влияние столкновений с атомами водорода на эффекты отклонений от ЛТР для К I и Ca II в атмосферах звезд. Неретина М.Д., Машонкина Л.И., Ситнова Т.М., Яковлева С.А., Беляев А.К. Письма в Астрон. ж. 2020. 46, № 9, с. 660-668. Рус.

DOI: 10.31857/S0320010820090053.

20.06-01.500 Изменения периода цефеиды населения II SS Луз. Бердников Л.Н., Яков А.М., Пастухова Е.Н. Письма в Астрон. ж. 2020. 46, № 9, с. 669-683. Рус.

Обработка всей имеющейся фотометрии цефеиды SS Луз поз-

волила построить ее диаграмму O—C, охватывающую временной интервал 124 года. Полученные данные свидетельствуют в пользу существования больших случайных флуктуаций периода ($\varepsilon/P \approx 0.046$). Формальная аппроксимация остатков O—C параболы позволила оценить скорость векового увеличения периода $dP/dt = 229.3 \pm 14.8$ с/год. Тест на стабильность пульсаций, предложенный Ломбардом и Коэном (1993), подтвердил реальность увеличения периода. DOI: 10.31857/S0320010820090028.

20.06-01.501 Спектроскопическое определение красных смещений выборки далеких квазаров обсерватории СРГ по наблюдениям на РТТ-150. I. Бижмаев И.Ф., Иртуганов Э.Н., Николаева Е.А., Сахибуллин Н.А., Гумеров Р.И., Склянов А.С., Глушков М.В., Борисов В.Д., Буренин Р.А., Зазнобин И.А., Кривонос Р.А., Ляпин А.Р., Медведев П.С., Мещеряков А.В., Сазонов С.Ю., Сюняев Р.А., Хорунжесев Г.А., Гильфанов М.Р. Письма в Астрон. ж. 2020. 46, № 10, с. 689-701. Рус.

Приведены результаты первых спектроскопических наблюдений на 1.5-м Российско-Турецком телескопе рентгеновских источников, открытых телескопом eROZITA космической обсерватории СРГ и идентифицированных системой машинного обучения SRGz в качестве кандидатов в далекие рентгеновские квазары. Семь объектов подтверждены как квазары на красных смещениях $z = 2.7-4.2$, а два источника, которые были включены в программу оптических наблюдений с целью тестирования и настройки SRGz и имели значительную неопределенность фотометрического красного смещения, оказались сейфертовскими галактиками на $z \approx 0.6$. DOI: 10.31857/S0320010820100046.

20.06-01.502 Популяционный синтез ультраярких рентгеновских источников с замагниченными нейтронными звездами. Куранов А.Г., Постнов К.А., Юнгельсон Л.Р. Письма в Астрон. ж. 2020. 46, № 10, с. 702-720. Рус.

Массовые наблюдения рентгеновских источников в нашей и других галактиках современными рентгеновскими телескопами (XMM, Чандра, NuSTAR и др.) и в будущих рентгеновских обзорах неба (СРГ-eROSITA) делают актуальной задачу исследования свойств целых популяций рентгеновских источников в галактиках с различными темпами звездообразования и химсоставом. Аккреция на замагниченные нейтронные звезды и черные дыры в массивных и маломассивных тесных двойных системах имеет отличительные особенности (квазисферический и дисковый режим, сверхкритическая аккреция, транзитное поведение). Проект предполагает изучение методом популяционного синтеза различных режимов аккреции путем расчета рентгеновской функции светимости источников, диаграмм период вращения — орбитальный период и период светимости и последующего сравнения с данными наблюдений в нашей и других галактиках, в том числе по данным нового обзора всего неба в проекте СРГ. DOI: 10.31857/S0320010820100083.

20.06-01.503 Долгопериодическая карликовая новая V2466 Суг: сверхвспышки 2003 и 2019 гг. Антипин С.В., Зубарева А.М., Белинский А.А., Бураков М.А., Иконникова Н.П., Соколовский К.В. Письма в Астрон. ж. 2020. 46, № 10, с. 721-734. Рус.

DOI: 10.31857/S0320010820100010.

20.06-01.504 Переменная типа RRab Т Мен: изменение периода и эффект Блажко. Бердников Л.Н., Князев А.Ю., Дамбис А.К., Крацов В.В. Письма в Астрон. ж. 2020. 46, № 10, с. 735-746. Рус.

DOI: 10.31857/S0320010820100034.

20.06-01.505 О существовании семейств долгопериодических комет планет-гигантов. Гулиев А.С., Гулиев Р.А. Письма в Астрон. ж. 2020. 46, № 10, с. 747-749. Рус.

DOI: 10.31857/S0320010820100071.

20.06-01.506 Пространственные структуры северной асимметрии в зеленой корональной линии и в магнитных полях. Бадалян О.Г. Письма в Астрон. ж. 2020. 46, № 10, с. 750-760. Рус.

DOI: 10.31857/S0320010820100022.

20.06-01.507 Классификация орбитальных объектов по спектральной информации. *Трещалин А.П., Шемелев А.А., Родин А.В., Чурбанов Д.В.* *Тр. МФТИ.* 2020. 12, № 3, с. 123-140. Рус.

20.06-01.508 Компланарные точки либрации в обобщенной ограниченной круговой задаче трех тел. *Белецкий В.В., Родников А.В.* *Нелинейная динамика.* 2011. 7, № 3, с. 569-577. Рус.

Изучаются стационарные движения материальной точки в окрестности динамически симметричного прецессирующего твердого тела, гравитационное поле которого моделируется как поле тяготения двух центров. Уравнения движения такой материальной точки записываются как двухпараметрическое обобщение уравнений ограниченной круговой задачи трех тел (ОКЗТ). Исследуется существование и определяется количество относительных равновесий материальной точки в плоскости, проходящей через ось динамической симметрии твердого тела параллельно вектору его кинетического момента. Такие равновесия, являющиеся аналогами эйлеровых точек либрации в ОКЗТ, названы компланарными точками либрации (КТЛ). Устойчивость КТЛ изучается в первом приближении в предположении, что притягивающие центры имеют равные массы.

20.06-01.509 Точки либрации обобщенной ограниченной круговой задачи трех тел в случае мнимого расстояния между притягивающими центрами. *Белецкий В.В., Родников А.В.* *Нелинейная динамика.* 2012. 8, № 5, с. 931-940. Рус.

Изучаются существование и эволюция стационарных движений материальной точки в окрестности прецессирующего динамически симметричного твердого тела, гравитационное поле которого моделируется как поле тяготения двух материальных точек равных действительных масс, находящихся на мнимом расстоянии. Уравнения движения такой материальной точки являются вариантом уравнений движения Обобщенной ограниченной круговой задачи трех тел. Устанавливается, что количество компланарных точек либрации (КТЛ), то есть положений относительного равновесия материальной точки в плоскости, образуемой осями прецессии и динамической симметрии твердого тела, всегда нечетно и может быть равно 5, 7 или 9. Исследуется эволюция КТЛ при изменении параметров задачи. Кроме того, устанавливается существование двух треугольных точек либрации (ТТЛ), то есть равновесий материальной точки на оси, проходящей через центр масс твердого тела перпендикулярно осям прецессии и динамической симметрии.

20.06-01.510 Формирование и эволюционные изменения корональных дыр на фазе роста 23-го цикла. *Биленко И.А., Тавастшерна К.С.* *Геомагнетизм и аэрономия.* 2020. 60, № 4, с. 436-447. Рус.

Исследованы закономерности формирования корональных дыр на фазе роста 23-го цикла. Детально рассмотрен период с 01.01.1997 г. по 01.03.2000 г. (Кэррингтоновские обороты 1918—2059). Проанализирована эволюция глобального магнитного поля Солнца от зональной структуры распределения магнитных полей к секторной. Показано, что зональная структура является квазистабильной. Сумма зональных гармоник доминирует до 1941-го Кэррингтоновского оборота, хотя с оборота 1932-го формируется устойчивая четырехсекторная структура глобального магнитного поля. В 1941—1950-м Кэррингтоновских оборотах вклад зональных и секторных компонент становится приблизительно одинаков, а начиная с Кэррингтоновского оборота 1950 доминирует секторная структура глобального магнитного поля. Секторная структура претерпевает резкие изменения от четырехсекторной в начале роста секторных гармоник (с Кэррингтоновского оборота 1926) к двухсекторной, затем снова к четырехсекторной и далее опять к двухсекторной. Корональные дыры однозначно трассируют все эволюционные изменения глобального магнитного поля. Структура полярности глобального магнитного поля однозначно определяет зоны фотосферных магнитных полей, где формируются корональные дыры.

20.06-01.511 Цвет континуума короны 11.07.1991 г. *Ким И.С., Крусанова Н.Л., Попов В.В., Осокин А.Р., Миронова И.В.* *Геомагнетизм и аэрономия.* 2020. 60, № 4,

с. 457-462. Рус.

Представлены результаты поиска проявлений расширения короны, основанные на определении цвета коронального континуума из наблюдений. В кратком обзоре исследований определения цвета континуума короны отмечена противоречивость ранее полученных результатов. Дано определение показателя цвета для континуума короны, обоснована необходимость применения относительного показателя цвета RCI, сделаны оценки ожидаемых значений RCI в зависимости от скорости электрона. Построено 2D-распределение RCI для короны 11.07.1991 г. Сравнение распределения со структурой короны иллюстрирует отсутствие тождественности спектров короны и фотосферы и выявляет покраснение с расстоянием по всей короне на всех позиционных углах. Отмечено, что распределения RCI для корон 11.07.1991 г. и полученное нами ранее для короны 29.03.2006 г. являются первыми подтверждениями теоретических расчетов о смещении спектра континуума в красную сторону вследствие потоков электронов, распространяющихся от Солнца во всем объеме короны.

20.06-01.512 Характеристики переноса энергии альвеновских волн в атмосфере Солнца. *Цап Ю.Т., Степанов А.В., Копылова Ю.Г., Ханейчук О.В.* *Геомагнетизм и аэрономия.* 2020. 60, № 4, с. 463-468. Рус.

В условиях изотермической атмосферы с учетом амплитудно-фазовых соотношений рассмотрены особенности распространения линейных альвеновских волн с периодами 10—200 с из фотосферы в хромосферу Солнца. Установлено, что с увеличением высоты амплитуда возмущения скорости волн растет, а возмущения магнитного поля — падает, тогда как разность фаз между возмущениями стремится к $\pi/2$. Так называемые точки поворота не могут адекватно характеризовать поток энергии альвеновских волн. Этот вывод свидетельствует о необходимости пересмотра результатов, следующих из анализа осцилляционных теорем. Показано, что в пренебрежении диссипативными процессами эффективность переноса волновой энергии с ростом частоты альвеновских мод увеличивается.

20.06-01.513 Реконструкция солнечной активности в 1000—1700 гг. по данным о полярных сияниях с учетом вклада главного магнитного поля Земли. *Птицына Н.Г., Демина И.М.* *Геомагнетизм и аэрономия.* 2020. 60, № 4, с. 515-527. Рус.

Получена новая реконструкция числа солнечных пятен (SN) в 1000—1700 гг. вместе с возможными ошибками на основе анализа наблюдений полярных сияний на средних и низких широтах и данных о магнитном поле Земли в это время. На проникновение в магнитосферу и атмосферу Земли заряженных частиц солнечного ветра, которые вызывают полярные сияния, влияет напряженность и конфигурация главного магнитного поля Земли. Наша реконструкция отличается от полученных другими авторами тем, что мы учли это влияние на частоту появления полярных сияний. Временной ход реконструированного ряда SN показывает известные ранее минимумы Оорта, Вольфа, Шперера и Маундера. В 1100—1150 гг. (средневековый максимум) значения SN сравнимы с теми, которые наблюдались во второй половине 20-го века во время современного состояния высокой солнечной активности. Показано, что в период минимума Маундера по сравнению с предыдущим периодом SN уменьшается в ~ 2 раза, но при этом в отдельные годы может достигать значений $SN \approx 40$. В начале минимума Маундера происходит раздвоение и вырождение 11-летнего цикла. Это может быть связано с различием в режимах функционирования солнечного динамо.

20.06-01.514 Поведение скорости и температуры солнечного ветра в межпланетных возмущениях, создающих Форбуш-понижения. *Мелкумян А.А., Белов А.В., Абунина М.А., Абунин А.А., Ерошенко Е.А., Оленева В.А., Янке В.Г.* *Геомагнетизм и аэрономия.* 2020. 60, № 5, с. 547-556. Рус.

Форбуш-понижения космических лучей обусловлены двумя типами солнечных источников: корональными дырами и корональными выбросами массы. В некоторых случаях идентификация солнечного источника с межпланетным возмущением, вызывающим Форбуш-понижение, затруднена и требует тща-

тельного и детального анализа характеристик солнечного ветра. В этих случаях полезно сопоставить поведение протонной температуры и скорости солнечного ветра. В данной работе такое сопоставление проводилось на основе большого экспериментального материала, объединенного в базы данных ИЗМИРАН. Оказалось, что зависимость температуры от скорости для спокойного солнечного ветра имеет степенной характер с более крутым спектром в области низких скоростей ($V < 425$ км/с; показатель степени 3.37 ± 0.02), чем в области высоких скоростей ($V \geq 425$ км/с; показатель степени 2.21 ± 0.02). На основе полученной $T-V$ зависимости, для каждого часа, для которого есть данные о параметрах солнечного ветра, с июля 1965 г. и по декабрь 2018 г. были вычислены ожидаемая протонная температура T_{exp} и температурный индекс $K_T = T_{obs} / T_{exp}$ (T_{obs} — наблюдаемая температура). Этот индекс аномально велик в областях взаимодействия разноскоростных потоков солнечного ветра и аномально мал внутри магнитных облаков, что позволяет использовать его для выделения связанных с этими межпланетными структурами Форбуш-понижений и для идентификации их солнечных источников.

20.06-01.515 Ионосферные эффекты солнечных вспышек в сентябре 2017 г. и оценка их влияния на ошибки навигационных измерений. Шагмуратов И.И., Захаренкова И.Е., Тепеницина Н.Ю., Якимов Г.А., Ефишов. Геомагнетизм и аэронавигация. 2020. 60, № 5, с. 631-640. Рус.

Представлен анализ проявления в полном электронном содержании (ПЭС/ТЕС) ионосферы наиболее сильных вспышек класса X9.3 и X8.2, зарегистрированных 6 и 10 сентября 2017 г. соответственно. В качестве исходных данных использовались GPS-наблюдения на среднеширотных станциях, расположенных в условиях освещенной ионосферы. Ионосферный отклик определялся по фазовым измерениям величины ТЕС вдоль спутниковых пролетов над станцией наблюдения. Выявлена высокая линейная корреляция между амплитудой увеличения ТЕС (Δ ТЕС) во время вспышек и зенитным углом Солнца для станций, разнесенных по долготе. Для вспышки класса X9.3 Δ ТЕС превышала 3 TECU, в то время как для вспышки X8.2 амплитуда была почти в 2 раза меньше. Показано, что это в основном связано с различным положением вспышек на солнечном диске. Пространственно-временная реакция ионосферы на вспышки анализировалась по картам ТЕС, сформированным с временным разрешением 5 мин. Выявлены и оценены ошибки навигационных измерений, которые вызваны эффектами солнечных вспышек.

20.06-01.516 Циклические вариации, магнитная морфология и сложность активных областей в 23-м и 24-м солнечных циклах. Жукова А.В., Соколов Д.Д., Абраменко В.И., Хлыстова А.И. Геомагнетизм и аэронавигация. 2020. 60, № 6, с. 683-694. Рус.

Изучены 2046 активных областей 23-го и 1507 — 24-го солнечных циклов с мая 1996 по декабрь 2018 гг. Группы солнечных пятен распределены в соответствии с недавно предложенной магнито-морфологической классификацией. Выделены регулярные активные области, которые подчиняются закону полярностей Хейла, закону Джоя, с лидирующим пятном, преобладающим над основным хвостовым пятном, а также нерегулярные группы солнечных пятен и одиночные пятна. Показано, что основной вклад в развитие цикла вносят регулярные активные области, что согласуется с моделями магнитного цикла. Вклад нерегулярных групп солнечных пятен примерно в 2–5 раз меньше (в максимумах цикла) и сопоставим с вкладом регулярных активных областей в минимумах цикла, что может свидетельствовать о совместном действии глобального динамо среднего поля и флуктуационного динамо. Увеличение количества нерегулярных активных областей в южном полушарии во втором максимуме каждого из исследованных циклов можно объяснить ослаблением тороидального поля (произведенного глобальным динамо) и увеличением вклада флуктуационного динамо в их конкурентном взаимодействии. Сравнение кривых, отображающих временную зависимость индекса асимметрии групп солнечных пятен для регулярных и нерегулярных активных областей, показало, что регулярные активные области опережают нерегулярные активные области на ~ 1.5 –2

г. при переходе активности в южное полушарие. Применение магнито-морфологической классификации позволило обнаружить поочередную активность северного и южного полушария в обоих исследованных циклах; очередность срабатывания полушарий изменяется от цикла к циклу; для регулярных и нерегулярных активных областей в данном цикле наблюдается обратная по отношению друг к другу очередность. Сравнение наших результатов с результатами, полученными ранее другими авторами по циклическим вариациям групп солнечных пятен простой и сложной магнитной конфигурации в разных полушариях, показало, что чем сильнее произведенное глобальным динамо тороидальное поле, тем сложнее обнаружить проявления NS-асимметрии и судить о воздействии флуктуационного динамо на магнитные трубки активных областей.

20.06-01.517 Возможность диагностики начала 25-го солнечного цикла на основе его предвестников на средних гелиоширотах. Головкин А.А. Геомагнетизм и аэронавигация. 2020. 60, № 6, с. 695-703. Рус.

Исследована возможность диагностики начала солнечного цикла на основании обнаружения мелкомасштабных магнитных образований — магнитных узлов эфемерных активных областей в зоне средних гелиоширот от 40 до 60°. Магнитные узлы выявлялись на стадии их возникновения методом мультифрактальной сегментации, использованном ранее для фиксации новых магнитных потоков активных областей в зоне низких гелиоширот. Проведены статистические оценки числа магнитных узлов, фиксируемых таким методом, по данным магнитографа SOLIS NSO для 24-го цикла солнечной активности, а также для начала 25-го цикла активности. Обнаружен предвестник 24-го солнечного цикла в виде всплеска числа магнитных узлов в 2007–2008 гг., значительно превышающего его фоновое значение, характерное для периода 2011–2015 гг. Спустя два года началось появление первых активных областей на широтах $30 \pm 10^\circ$. Аналогичная последовательность фаз начала цикла обнаружена для 25-го цикла. В отличие от ситуации 24-го цикла, массовое появление высокоширотных активных областей 25-го цикла произошло позже всплеска числа узлов эфемерных активных областей примерно на 2.5 года.

20.06-01.518 Наземная установка для изучения вариаций космических лучей в городе Нур-Султан. Тулеков Е.А., Махмуртов В.С., Вазилевская Г.А., Стожков Ю.И., Морзабаев А.К., Филиппов М.В., Ершов В.И., Дюсембекова А.С. Геомагнетизм и аэронавигация. 2020. 60, № 6, с. 704-709. Рус.

Космические лучи, в частности, являются основным фактором ионизации атмосферы, влияют на образование облаков, определяют свойства глобальной электрической цепи. Механизмы атмосферных процессов с участием космических лучей очень сложны и далеки от понимания. Для их исследования необходимы экспериментальные установки, распределенные по всему миру. С этой целью в 2015 г. в Евразийском национальном университете им. Л.Н. Гумилева, в сотрудничестве с Физическим институтом им. П.Н. Лебедева РАН, был создан космофизический комплекс, состоящий из установки CARPET, нейтронного детектора и электростатического флюксметра EFM-100. В данной статье представлены краткие характеристики установки CARPET и экспериментальные данные, полученные в период 2016–2019 гг. Приведены отдельные результаты анализа характеристик вариаций потоков космических лучей, зарегистрированных на этом комплексе, и сопутствующих условий в земной магнитосфере и в межпланетной среде.

20.06-01.519 Длительные слабые вспышки C1.2: источник протонов и электронов. Григорьева И.Ю., Струминский А.Б., Шаховская А.Н. Геомагнетизм и аэронавигация. 2020. 60, № 6, с. 710-719. Рус.

Проведен анализ двух протонных событий (>100 МэВ; GOES, ACS SPI), связанных со слабыми вспышками (C1.2, GOES класс) в мягком рентгеновском диапазоне, произошедшими 26 ноября 2011 г. и 29 сентября 2013 г. Эти события сопровождались значительными потоками релятивистских электронов (>1 MeV; SOHO EPNIN) в межпланетном пространстве. Временные профили потоков этих протонов и электронов были подобны на фазе роста и свидетельствовали в пользу их общего механизма

ускорения и распространения. Постепенный рост интенсивностей потоков, по нашему мнению, показывает длительную и постепенную инжекцию частиц в межпланетное пространство, которая может являться результатом продолжительного ускорения или захвата. Так как продолжительный захват электронов маловероятен, то, скорее всего, имело место длительное ускорение. Длительное ускорение протонов реализуется на постэруптивной фазе солнечных вспышек или на ударной волне коронального выброса массы. Согласно существующим теоретическим представлениям ускорение солнечных электронов до ~ 10 МэВ ударной волной вряд ли возможно. В таком случае релятивистские электроны и протоны укорялись, по-видимому, на постэруптивной фазе солнечных вспышек, где наиболее вероятным механизмом считается стохастическое ускорение МГД-турбулентностью.

20.06-01.520 Поведение ионов He^{++} на фронте межпланетной ударной волны. *Сапунова О.В., Бородкова Н.Л., Застенкер Г.Н., Ермолаев Ю.И. Геомагнетизм и астрономия.* 2020. 60, № 6, с. 720-726. Рус.

Исследованы вариации параметров дважды ионизированных ионов гелия He^{++} плазмы солнечного ветра при прохождении фронта межпланетной ударной волны. Использованы данные измерений прибора БМСВ — Быстрый Монитор Солнечного Ветра, установленного на спутнике СПЕКТР-Р. По данным этого прибора вычислены параметры ионов He^{++} : скорость, температура, абсолютная и относительная концентрация. Выявлено, что абсолютная концентрация ионов He^{++} за фронтом межпланетной ударной волны увеличивается, а относительная падает. Средняя относительная концентрация ионов He^{++} за фронтом ударной волны оказалась немного меньше (на 9%), чем в невозмущенной области. Получена корреляция изменения относительной концентрации ионов He^{++} с параметром τ_{Bn} : чем меньше τ_{Bn} , тем сильнее падает относительная концентрация ионов He^{++} за фронтом межпланетной ударной волны.

20.06-01.521 Различия в динамике асимметричной части магнитного возмущения в периоды магнитных бурь, индуцированных разными межпланетными источниками. *Дремужина Л.А., Ермолаев Ю.И., Лодкина И.Г. Геомагнетизм и астрономия.* 2020. 60, № 6, с. 727-739. Рус.

Анализируются различия в динамике асимметричной части геомагнитного возмущения на средних и низких широтах в интервалы магнитных бурь, инициированных разными межпланетными источниками. Для анализа используются значения индексов *SYM-H*, *ASY-H* и *Dst* из базы данных OMNI в периоды 58 интенсивных магнитных бурь с $-270 \leq Dst_{min} \leq -90$ нТл, зарегистрированных в 1995—2017 гг. и инициированных одной из структур солнечного ветра: области сжатия во взаимодействующих разно-скоростных потоках CIR; межпланетные CME (ICME), включающие магнитные облака MC и “поршни” Ejecta; области сжатия Sheath перед ICME. Идентификация межпланетных источников проводилась на основе Каталога крупномасштабных структур солнечного ветра (см. сайт <ftp://ftp.iki.rssi.ru/pub/omni/>). Для анализа был использован двойной метод наложенных эпох с опорными моментами в начале бури и во время Dst_{min} . Показано, что при бурях, инициированных Sheath, значения *ASY-H*, в среднем, на 40% выше, чем для бурь остальных групп, а его максимум опережает наступление Dst_{min} на ~ 3 ч при Sheath-бурях и на 1—2 ч при MC-бурях, что может свидетельствовать о более интенсивном и неравномерном поступлении энергии в эти периоды. Предполагается, что такое поступление энергии может обеспечиваться потоком протонов с энергиями > 10 МэВ, наблюдаемых на геостационарных КА GOES, возрастающим более чем на два порядка в интервалы Sheath-бурь по сравнению с бурями остальных групп.

20.06-01.522 Давление ионов в различных областях авроральных высыпаний дневного сектора. *Воробьев В.Г., Ягодкина О.И., Антонова Е.Е. Геомагнетизм и астрономия.* 2020. 60, № 6, с. 740-750. Рус.

По данным низкоорбитальных спутников DMSP F6 и F7 исследовано давление ионов в областях ионосферных проекций

плазменной мантии, полярного каспа, низкоширотного граничного слоя и в области структурированных высыпаний аврорального овала. Показано, что во всех исследуемых областях высыпаний уровень давления ионов не зависит ни от полярности, ни от величины *Bz*-компоненты ММП. Давление в мантии изменяется в диапазоне от 0.02 до 0.06 нПа и не зависит от величины динамического давления солнечного ветра. Средний уровень давления $\langle Pm \rangle = 0.03 \pm 0.01$ нПа. В области каспа при *Bz* ММП > 0 давление ионов *Pc* не зависит от динамического давления солнечного ветра, в то время, как при *Bz* ММП < 0 наблюдается значительное увеличение давления с ростом динамического давления солнечного ветра. Средний уровень давления (*Pc*) = 1.0 ± 0.3 нПа, что почти на два порядка выше, чем в мантии. В высыпаниях *LLBL* и в области высыпаний аврорального овала давление ионов также увеличивается с ростом динамического давления солнечного ветра. Средний уровень давления (*Pc*) = 0.27 ± 0.07 нПа, а в области аврорального овала составляет в среднем ~ 0.5 от этого уровня. Распределение давления по MLT в *LLBL* демонстрирует ярко выраженное локальное увеличение давления в полуденном секторе ($\sim 11-14$ MLT), величина которого растет с увеличением динамического давления солнечного ветра. В области аврорального овала давление по MLT распределено достаточно равномерно, в результате чего в полуденном секторе появляется значительная разность давлений ($\Delta P = PL - PA$) между областями низкоширотного граничного слоя и аврорального овала.

20.06-01.523 Наземные и спутниковые наблюдения SAR-дуги в вечернем секторе MLT в начале магнитной бури 17 марта 2015 г. *Иевенко И.В., Парников С.Г. Геомагнетизм и астрономия.* 2020. 60, № 6, с. 751-761. Рус.

Стабильные авроральные красные дуги являются следствием взаимодействия энергичных ионов кольцевого тока с внешней плазмосферой (плазмопаузой). В работе анализируются результаты наблюдения стабильной авроральной красной дуги цифровой камерой всего неба на ст. Маймага (58° CGMLat, 202° CGMLon) с одновременной регистрацией плазмопаузы и потоков энергичных ионов на борту спутника VanAllenProbeB (VAP-B) в начале большой магнитной бури 17 марта 2015 г. Камера всего неба зарегистрировала интенсивную стабильную авроральную красную дугу на исправленных геомагнитных широтах $52-59^\circ$ в вечернем секторе MLT, начиная с $\sim 11:16$ UT (19:26 MLT) во время низкой авроральной активности при $IMFBz > 0$. По данным спутника VAP-B вблизи меридиана оптических наблюдений плазмопауза находилась на $L \sim 3-4$, а внутренняя граница потоков энергичных ионов H^+ и O^+ на $L \sim 2.8-3.3$. Спутник DMSP F19 измерил субавроральные пики электронной температуры в 10:14 и 11:55 UT в вечернем секторе MLT. Показано, что в этом случае стабильная авроральная красная дуга отображала проекцию вдоль магнитного поля области перекрытия вечерней выпуклости плазмосферы и потока энергичных ионов кольцевого тока после начала магнитной бури.

20.06-01.524 Восстановление параметров среднеширотной нижней ионосферы при солнечных вспышках M- и X-классов. *Гаврилов В.Г., Ермак В.М., Ляхов А.Н., Поклад Ю.В., Рыбаков В.А., Ряховский И.А. Геомагнетизм и астрономия.* 2020. 60, № 6, с. 762-768. Рус.

Представлены результаты восстановления эффективной высоты h' и крутизны профиля β электронной концентрации в D-слое ионосферы во время рентгеновских вспышек M- и X-классов на средних широтах. Восстановление проведено с использованием данных измерений в обсерватории ИДГ РАН Михнево амплитуд и фаз сигналов СДВ-передатчиков GQD (19.6 кГц) и GBZ (22.1 кГц), распространяющихся вдоль одной среднеширотной трассы. В результате расчетов получены эмпирические зависимости параметров h' и β от энергии вспышки по данным измерений потока рентгеновского излучения на спутнике GOES в диапазоне 0.05—0.4 нм. Предложены критерии отбора солнечных вспышек для задач верификации теоретических вычислительных моделей.

20.06-01.525 Влияние ионосферы на параметры навигационных сигналов GPS во время геомагнитной суббури. *Захаров В.И., Чернышов А.А., Милох В., Джин Я. Геомагнетизм и астрономия.* 2020. 60, № 6, с. 769-

782. Рус.

Подробно изучено влияние геомагнитной активности на сбои навигационных сигналов системы глобального позиционирования GPS, а также увеличение амплитуды скачков полного электронного содержания в высоких широтах. Показано, что навигационный сигнал частоты L_2 подвержен более частым сбоям, чем частоты L_1 , как в спокойных условиях, так и во время геомагнитных возмущений. Вероятность скачков ПЭС выше, чем вероятность сбоев по фазе на частотах L_1 и L_2 . Максимум сбоев и частота больших скачков полного электронного содержания наблюдается во время фазы восстановления геомагнитной суббури. Используемые в настоящем исследовании данные камеры всего неба, магнитометров и межпланетного магнитного поля позволяют провести мониторинг временной эволюции суббури и детальное ее изучение. Указанные особенности поведения сигналов, по-видимому, вызваны высыпанием авроральных частиц, которые обычно происходят во время геомагнитных суббурь в высокоширотных регионах.

20.06-01.526 Учет ионосферных генераторов в численной модели глобальной электрической цепи. *Кутерин Ф.А., Слюняев Н.Н. Геомагнетизм и аэронавигация. 2020. 60, № 6, с. 783-795. Рус.*

Обсуждается последовательное включение источников глобальной электрической цепи ионосферной и магнитосферной природы в ее распределенные численные модели. Показано, что наиболее естественный подход к такому включению состоит во введении в граничные условия на внешней границе модельной атмосферы соответствующего возмущения потенциала, заданного с точностью до неизвестной константы. В качестве примера реализации этого подхода продемонстрировано решение модельной задачи о высокоширотном магнитосферном конвективном генераторе с помощью трехмерной численной модели глобальной электрической цепи. Показано, что в полярных областях задаваемое возмущение потенциала проецируется в более низкие слои атмосферы, сохраняя свою структуру, что является следствием квазизодности задачи в условиях медленного изменения всех параметров с широтой и долготой при приблизительно постоянном профиле проводимости.

20.06-01.527 Свечение полос Лаймана—Бирджа—Хопфилда N_2 в атмосфере Земли во время высыпания высокоэнергичных электронов. *Кириллов А.С., Белазовский В.В. Геомагнетизм и аэронавигация. 2020. 60, № 6, с. 796-802. Рус.*

Проведен расчет профилей интенсивностей свечения полос Лаймана—Бирджа—Хопфилда молекулярного азота в случае высыпания в атмосферу Земли электронов с энергиями от 10 кэВ до 10 МэВ. С ростом энергии вторгающихся в атмосферу электронов возрастает вклад процессов гашения состояния $a^1\Pi_g N_2$ при молекулярных столкновениях. Это приводит к уменьшению отношения интегральных интенсивностей свечения ультрафиолетовых полос Лаймана—Бирджа—Хопфилда и второй положительной системы с ростом энергии высыпавшихся в атмосферу высокоэнергичных электронов.

20.06-01.528 Унитарная вариация в сейсмическом режиме Земли: соответствие кривой Карнеги. *Пулинцев С.А., Хачикян Г.Я. Геомагнетизм и аэронавигация. 2020. 60, № 6, с. 803-808. Рус.*

По данным о землетрясениях с магнитудой $M \geq 4.5$, зарегистрированных на планете в 1973—2017 гг., выявлена УТ-вариация в количестве землетрясений с амплитудой $\sim 10\%$ и сопоставлена с УТ-вариацией в градиенте атмосферного электрического потенциала (кривая Карнеги), амплитуда которой составляет $\sim 20\%$. Показано, что амплитуда УТ-вариации в количестве глубокофокусных землетрясений увеличена по сравнению с таковой для коровых землетрясений, и что она опережает УТ-вариацию в градиенте атмосферного электрического потенциала на ~ 2 ч. Получено уравнение линейной регрессии между УТ-вариациями в числе глубокофокусных землетрясений и градиенте электрического потенциала с коэффициентом корреляции $R = 0.86$. Полученные результаты поддерживают новую идею о том, что процессы подготовки и реализации землетрясений взаимосвязаны с процессами функционирования глобальной электрической цепи и генерации атмосферного электриче-

ского поля.

20.06-01.529 Ускорение солнечных космических лучей на фронте быстрой ударной волны в нижней короне Солнца. *Танеев С.Н., Березко Е.Г. Ж. эксперим. и теор. физ. 2020. 158, № 3, с. 474-484. Рус.*

На основе теории регулярного (диффузионного) ускорения заряженных частиц проведены численные исследования спектров протонов, произведенных быстрой ударной волной со скоростью 5000 км/с в нижней короне Солнца с известными параметрами солнечной плазмы. Показано, что протоны с энергиями 105 МэВ могут быть получены на расстоянии до $3R_{\odot}$ в течение 274 с. DOI: 10.31857/S0044451020090060.

20.06-01.530 Расчеты эволюции орбит планет. *Амелькин Н.И. Прикл. мат. и мех. 2020. 84, № 4, с. 407-425. Рус.*

В рамках планетной задачи исследуется эволюция орбит планет Солнечной системы. Смещение элементов орбит определяется численным интегрированием уравнений возмущенного движения, записанных в невырождающихся переменных. Результаты представлены в виде таблиц для средних смещений элементов орбит и их колебательных составляющих на эпоху J2000, а также в виде графиков поведения элементов орбит в зависимости от времени.

20.06-01.531 Аналитическая аппроксимация функциональных зависимостей параметров геодезической линии. *Кучеренко П.А., Соколов С.В. Прикл. мат. и мех. 2020. 84, № 4, с. 426-432. Рус.*

Рассмотрен синтез высокоточных аналитических аппроксимирующих функций зависимости геодезической долготы от приведенной широты на геодезической линии сфероида. Полученные аппроксимации актуальны как для задач геодезии, так и навигации при необходимости высокоточных расчетов.

20.06-01.532 О субгармонических колебаниях в близкой к круговой эллиптической задаче Ситникова. *Маркеев А.П. Прикл. мат. и мех. 2020. 84, № 4, с. 442-454. Рус.*

Рассматривается случай ограниченной задачи трех тел (материальных точек), когда массы двух основных притягивающих тел равны. Предполагается, что их орбиты представляют собой эллипсы. Задача о движении третьего тела пренебрежимо малой массы под действием гравитационного притяжения основных тел (ее называют задачей Ситникова) допускает частные решения, для которых третье тело движется вдоль прямой, проходящей через центр масс основных тел и перпендикулярной плоскости их орбит. Предполагается, что величина эксцентриситета орбит основных тел мала и исследуется нелинейная задача о существовании периодических движений третьего тела с периодом, кратным периоду обращения основных тел по их орбитам. Решается также вопрос об устойчивости этих периодических движений по Ляпунову при возмущениях, оставляющих траекторию третьего тела прямолинейной, а также при произвольных пространственных возмущениях.

20.06-01.533 Информационно-метрологическая оптимизация погрешностей волнового фронта излучения, регистрируемого телескопом. *Сычев В.В., Клем А.И. Вестн. МГТУ. Сер. Приборостр. 2020, № 3, с. 37-51. Рус.*

Представлено решение информационно-метрологической задачи минимизации погрешностей волнового фронта излучения, регистрируемого телескопом, на примере моделирования и абберационного расчета оптической системы космического телескопа обсерватории "Миллиметр". Показано, что на космический телескоп действует множество факторов, ухудшающих качество получаемого телескопом изображения. Необходимо исключить влияние искажающих факторов и снизить их вклад в совокупный бюджет погрешностей волнового фронта. С увеличением размеров приемной апертуры телескопов значительно возрастает влияние факторов, искажающих волновой фронт регистрируемого телескопом излучения, на качество получаемого изображения. Рассмотрены способы снижения влияния искажающих факторов, вызванных абберациями оптической системы. Одним из решений этой проблемы является выбор рациональной оптической системы космического телескопа.

Для минимизации абберационных характеристик в программном пакете Zemax 13 Release 2 SP4 Premium выполнено моделирование оптической системы, ее анализ и оптимизация в целях уменьшения пятна рассеяния изображения в выходном зрачке. Указанная цель достигнута путем снижения сферической абберации с ее более равномерным распределением по полю. На основе полученных данных проведен оценочный расчет допускаемого размера пятна разъюстировки.

20.06-01.534 **Спиральная структура галактик в калибровочной теории гравитации.** *Кубарко Е.П., Прохин П.И. Вестник МГУ. Серия 3: Физика. Астрономия. 2020, № 2, с. 9-14. Рус.*

Рассматривается движение звёзд галактических дисков в эпиклическом приближении в потенциале, вытекающем из калибровочной теории гравитации. Неустойчивость круговых орбит к малым возмущениям в таком потенциале может служить механизмом для образования спиральных рукавов. Найдены те значения неизвестных коэффициентов, входящих в лагранжиан теории, при которых это неустойчивость может возникнуть.

20.06-01.535 **Программа для расчета эффекта Доплера в спектрах космических радио-источников: «Dorplex».** *Запевалин П.Р., Сячина Т.А., Шайхутдинов А.Р., Костенко В.И. Вестник МГУ. Серия 3: Физика. Астрономия. 2020, № 2, с. 49-52. Рус.*

Представлен программный продукт Dorplex, используемый для расчета эффекта Доплера в спектрах космических радиоисточников. Приводятся теоретические основы расчета астрономического эффекта Доплера. Представлены результаты сравнения расчетов с другими программами.

20.06-01.536 **Связанное скалярное поле и GUP в космологии с суперсимметрией квантовой механики.** The coupled scalar field and GUP in cosmology with supersymmetry quantum mechanics. *Safari F. Вестник МГУ. Серия 3: Физика. Астрономия. 2020, № 3, <http://vmu.phys.msu.ru/toc/2020/3>. Англ.*

In this paper, we consider the GUP with conformally coupled scalar field. Also, we use the coupled scalar field with Fridman—Robertson—Walker (FRW) quantum cosmology with an appropriate initial condition. The GUP-corrected Wheeler—De Witt equation in momentum space lead us to introduce the factorization method. This method helps us to obtain the exact solution for the corresponding system. So, here we factorize second order equation in terms of first order operators. These first order operators help us to arrange partner potential and superpotential. Also, we achieve the general quantum stats and energy spectrum for GUP with conformally coupled scalar field system. Also, we show that the stability of a system with energy spectrum with some condition.

20.06-01.537 **Подсистема гидрирования солнечного телескопа с полем зрения меньше углового размера диска солнечного диска.** *Котов В.Н., Лубюев А.А., Попов Ю.А. Автометрия. 2020. 56, № 3, с. 91-100. Рус.*

Анализируется методика наведения на цель солнечного телескопа высокого пространственного разрешения, имеющего угловое поле зрения меньше углового размера диска Солнца, с использованием вспомогательного телескопа гидрирования, поле зрения которого охватывает весь диск Солнца и его окрестности. Рассмотрены требования к разрешению телескопа гидрирования, режимы наведения на цель, структурная схема процесса наведения.

20.06-01.538 **Разработка системы контроля и юстировки рефлектора обсерватории в "Миллиметрон".** *Завьялов П.С., Кравченко М.С., Жимулева Е.С. Автометрия. 2020. 56, № 4, с. 48-60. Рус.*

Предложен метод контроля многоэлементной зеркальной системы телескопа космической обсерватории «Миллиметрон» при её настройке после раскрытия на орбите. Для предварительного контроля положения элементов рефлектора используется лазерный дальномер, для финального - оптический метод ножа Фуко. Рассчитана и приведена оптическая схема системы контроля для финальной настройки телескопа. Показаны результаты моделирования изображений, получаемых при от-

клонении элементов рефлектора. Приведены результаты расчёта оптической системы, реализующей метод ножа Фуко.

20.06-01.539 **Исследование баллистического режима спуска маневренного посадочного аппарата на поверхность Венеры.** *Косенкова А.В., Мищенко В.Е., Агафонов Д.Н. Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия: Машиностроение. 2020, № 4, с. 42-60. Рус.*

В настоящее время для продолжения фундаментальных исследований Венеры в России и за рубежом предлагаются различные проекты. При этом актуален вопрос создания посадочного аппарата на поверхность Венеры, способного достичь наиболее интересные для изучения районы планеты. Предложено использовать посадочный аппарат класса "несущий корпус" который при допустимом усложнении конструкции по сравнению с баллистическим аппаратом обладает аэродинамическим качеством, достаточным для решения текущих задач маневрирования в процессе спуска в атмосфере Венеры в целях достижения требуемого района посадки. Рассмотрены различные траектории спуска посадочного аппарата данного типа, в том числе возможность совершения максимального бокового маневра, при этом принимаются во внимание длиннопериодические траектории с многократными погружениями в плотные слои атмосферы, а также приведено сравнение этих траекторий с траекторией спуска традиционно используемого посадочного аппарата баллистического класса. Показана возможность увеличения ширины охвата посадочных зон за счет использования маневренного аппарата, а также уменьшения нагрузок и увеличения числа решаемых научных задач и исследований.

20.06-01.540 **Слабое нарушение электронейтральности в гелиогеосфере: нарушения электронейтральности.** Weak violation of electroneutrality in the heliogeospheres: electroneutrality disorders. *Vysikaylo P.I. Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия: Естественные науки. 2020, № 3, с. 88-106. Англ.*

We prove that the occurrence of constant fluxes of positive ions with a large ratio of the charge number (Z) to the mass number of the ion (M) — Z/M in the solar wind (SW) is due to an insignificant violation of the electroneutrality of the Sun and the entire heliosphere, the absence of Debye shielding of the solar charge due to the presence of a constant flux (current) of high-energy electrons from the Sun throughout the heliosphere and the appearance for protons, alpha particles and other positive ions with a ratio $Z/M \geq 0.107$, Coulomb mirrors that reflect and accelerate them reflecting and accelerating them from the Sun. For the first time, the effective charge (1.4 kC) and other parameters of a positively charged Sun, which make it possible to estimate the electric field strength (E/N) reduced to particle density (N), were calculated from the ionic composition of SW (according to the minimum Z/M positive ions observed in experiments). This model allowed us to estimate the electric field intensity (E/N) reduced to the density of particles N in the photosphere, chromosphere, corona of the Sun ($E/N \approx 27-103$ Td), heliosphere and to investigate the conditions necessary for reflection of various positively charged particles — ions from the positively charged Sun.

20.06-01.541 **Оценка возможности регистрации рассеянного гравитационного излучения на кротовых норах.** Evaluating possibility of registering scattered gravitational radiation on wormholes. *Kirillov A.A., Krichevskiy D.P. Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия: Естественные науки. 2020, № 4, с. 89-102. Англ.*

Possibility of experimental registration of gravitational radiation scattered on wormholes was evaluated. Scattered radiation registration could become the experimental evidence of the wormhole gas theory explaining the dark matter nature. The simplest model of the traversable static spherically symmetric wormhole was used, which is the limiting case for the Bronnikov—Ellis wormhole. Equations for gravitational wave against the background of non-empty curved space-time were obtained in the gauge, where the trace of a gravitational wave is not equal to zero. It is shown that equation on the trace is reduced to the Klein—Gordon—Fock equation. Explicit expressions were obtained for the gravitational wave trace scattering cross section on a wormhole. It was assumed that the gravitational wave amplitude order was

equal to its trace order, numerical simulation was carried out, and scattered gravitational radiation intensity and amplitude from wormholes on Earth were estimated. In the multiverse case, when the wormhole throat was leading to another universe, conclusion was made that it was currently impossible to register radiation

scattered by wormholes taking into account the LIGO/VIRGO detector sensitivity.

См. также **20.06-01.48, 20.06-01.49, 20.06-01.52, 20.06-01.329, 20.06-01.396, 20.06-01.400**

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

- A**
Alekshev E.A. 20.06-01.402
- B**
Berdar M.M. 20.06-01.402
Bezrukovs V.V. 20.06-01.405
Budnikov V.V. 20.06-01.402
- C**
Chaikovskii A.V. 20.06-01.402
Chernogor L.F. 20.06-01.406,
20.06-01.407
Chmil V.M. 20.06-01.402
- G**
Garmash K.P. 20.06-01.406
Glamazdin V.V. 20.06-01.402
Gorbulov A.A. 20.06-01.405
- K**
Kirillov A.A. 20.06-01.541
Komendant V.H. 20.06-01.408
Konovalenko O.O. 20.06-01.403
Kravtsov I.P. 20.06-01.403
Krichevskiy D.P. 20.06-01.541
Kulahin I.O. 20.06-01.402
Kulyk D.Yu. 20.06-01.402
Kyrylenko A.O. 20.06-01.402
- L**
Lebed V.I. 20.06-01.402
Luo Y. 20.06-01.406, 20.06-01.407
- M**
Mamarev V.N. 20.06-01.402
Maz'ya V.G. 20.06-01.127
Movchan A.B. 20.06-01.127
Myasoyed A.I. 20.06-01.403
- N**
Natarov M.P. 20.06-01.402
Nieves M.J. 20.06-01.127
- O**
Orlyuk M.I. 20.06-01.409
Ozhinskiy V.V. 20.06-01.402
- P**
Palamar M.I. 20.06-01.402
Pasternak Yu V. 20.06-01.402
Pilipenko A.A. 20.06-01.409
Poikhalo A.V. 20.06-01.402
Prisiazhnii V.I. 20.06-01.402
- R**
Reznichenko O.M. 20.06-01.402
Romanents A.O. 20.06-01.409
Ryabov M.I. 20.06-01.405,
20.06-01.409
- S**
Safari F. 20.06-01.536
Seregin G. 20.06-01.64
Shevtsova A.I. 20.06-01.403,
20.06-01.404
Shubnyi O.I. 20.06-01.402
Sobitnyak L.I. 20.06-01.409
Steshenko S.O. 20.06-01.402
Strembitskii M.A. 20.06-01.402
Sukharev A.L. 20.06-01.405,
20.06-01.409
Sumaruk Yu.P. 20.06-01.409
Sunduchkov I.K. 20.06-01.402
- U**
Ulyanov O.M. 20.06-01.402,
20.06-01.403, 20.06-01.404
- V**
Vasylieva I.Y. 20.06-01.403
Vasytkivskiy Y.V. 20.06-01.403
Vlasenko V.P. 20.06-01.402
Voityuk V.V. 20.06-01.402
Vysikaylo P.I. 20.06-01.540
- Y**
Yerin S.M. 20.06-01.403, 20.06-01.404
- Z**
Zakharenko V.V. 20.06-01.402,
20.06-01.403
- A**
Абалакин И.В. 20.06-01.66
Абраменко В.И. 20.06-01.516
Абубекеров М.К. 20.06-01.483
Абунин А.А. 20.06-01.514
Абунина М.А. 20.06-01.514
Авдзейко В.И. 20.06-01.94
Аганин А.А. 20.06-01.181,
20.06-01.182
Агапов В.А. 20.06-01.278,
20.06-01.282
Агафонов Д.Н. 20.06-01.539
Агеев А.И. 20.06-01.301
Адуев Б.П. 20.06-01.199
Акманова Г.Р. 20.06-01.202
Аксенов С.П. 20.06-01.210
Актершев С.П. 20.06-01.140
Акуличев В.А. 20.06-01.348
Акчурин А.Д. 20.06-01.444
Алеевская А.М. 20.06-01.333
Александров В.А. 20.06-01.271
Алексеев И.В. 20.06-01.297
Алифов А.А. 20.06-01.83
Алпатов В.В. 20.06-01.442
Алтухов В.И. 20.06-01.184
Альмов М.И. 20.06-01.202
Альберс В.М. 20.06-01.8К
Алякритский А.Л. 20.06-01.353
Амелькин Н.И. 20.06-01.530
Амосов Ф.А. 20.06-01.488
Ан В.А. 20.06-01.315
Ананьева М.В. 20.06-01.199
Андреев А.О. 20.06-01.485,
20.06-01.486
Андреев В.Г. 20.06-01.333
- Андреев М.Я. 20.06-01.265,
20.06-01.266
Андрющенко В.А. 20.06-01.396
Аникин А.А. 20.06-01.424
Анисимов М.А. 20.06-01.374
Анисимов П.Ф. 20.06-01.398
Аносова Е.П. 20.06-01.316
Антипин С.В. 20.06-01.503
Антонова Е.Е. 20.06-01.522
Арефьев В.А. 20.06-01.53
Артёмов Е.Т. 20.06-01.51
Архарова Н.В. 20.06-01.303
Архипова В.П. 20.06-01.497
Асташев В.К. 20.06-01.95
Афендииков А.Л. 20.06-01.295
Ахметханов Р.С. 20.06-01.321
Ахуннов Х.Г. 20.06-01.86
Ашимбаева Н.Т. 20.06-01.467
- B**
Бабешко В.А. 20.06-01.317,
20.06-01.376
Бабешко О.М. 20.06-01.317,
20.06-01.376
Бабышкин В.Е. 20.06-01.53
Багров А.В. 20.06-01.432
Бадалян О.Г. 20.06-01.506
Бадмаев Б.Б. 20.06-01.178
Баев А.В. 20.06-01.213
Базилевская Г.А. 20.06-01.518
Байдулов В.Г. 20.06-01.132
Байко Д.А. 20.06-01.457
Байков Н.Д. 20.06-01.290
Байкова А.Т. 20.06-01.482
Баймлер И.В. 20.06-01.375
Балабаев С.М. 20.06-01.279
Балаяев И.А. 20.06-01.430
Баничук Н.В. 20.06-01.122
Баранец И.В. 20.06-01.280,
20.06-01.283
Барсуков Д.П. 20.06-01.461
Батурин А.П. 20.06-01.429
Бахвалов П.А. 20.06-01.107
Бахтин Б.Н. 20.06-01.424
Бачило С.А. 20.06-01.219
Башмаков Р.А. 20.06-01.174
Безрук М.Н. 20.06-01.101
Беккер С.З. 20.06-01.442
Белаховский В.Б. 20.06-01.527
Белега Е.Д. 20.06-01.380
Белецкий В.В. 20.06-01.508,
20.06-01.509
Белинский А.А. 20.06-01.503
Белов А.А. 20.06-01.395
Белов А.В. 20.06-01.514
Белоненко М.Б. 20.06-01.186
Беляев А.К. 20.06-01.499
Беляев А.Ю. 20.06-01.180
Беляев Б.А. 20.06-01.192,
20.06-01.193
Беляев Б.В. 20.06-01.97
Беляев Я.В. 20.06-01.384
Беляк О.А. 20.06-01.358
Бёрд М.К. 20.06-01.415
Бердников Л.Н. 20.06-01.500,
20.06-01.504
Бережко Е.Г. 20.06-01.529
Березин И.А. 20.06-01.413
Бикбаев Р.Г. 20.06-01.372
Биккулова Л.В. 20.06-01.202
Биккулова Н.Н. 20.06-01.202
Бикмаев И.Ф. 20.06-01.53,

- 20.06-01.501**
 Биленко И.А. 20.06-01.510
 Бискало Д.В. 20.06-01.469,
20.06-01.480
 Боббер Р.Дж. 20.06-01.11К
 Бобков А.Д. 20.06-01.283
 Бобков В.Г. 20.06-01.67
 Бобылев В.В. 20.06-01.482
 Богачёв С.А. 20.06-01.420
 Богомолов А.В. 20.06-01.349
 Богородский В.В. 20.06-01.21К
 Богульский И.О. 20.06-01.80
 Бойчук И.П. 20.06-01.318
 Болгов В.М. 20.06-01.26К
 Болдырева О.Ю. 20.06-01.133
 Болотнова Р.Х. 20.06-01.154
 Бондарев А.Е. 20.06-01.67
 Бондаренко А.В. 20.06-01.67
 Борисенко К.П. 20.06-01.4К
 Борисенко Н.Н. 20.06-01.267,
20.06-01.270
 Борисов А.Б. 20.06-01.381
 Борисов А.В. 20.06-01.377
 Борисов В.Д. 20.06-01.501
 Борисов С.А. 20.06-01.241,
20.06-01.273
 Боровик А.В. 20.06-01.436
 Бородин В.И. 20.06-01.22К
 Бородкова Н.Л. 20.06-01.414,
20.06-01.520
 Брагин М.Д. 20.06-01.105
 Бреховских А.Л. 20.06-01.234
 Буганков А.А. 20.06-01.353
 Буданова С.Ю. 20.06-01.65
 Будрин С.В. 20.06-01.85
 Буланов В.А. 20.06-01.348
 Булатов В.В. 20.06-01.220
 Булгаков В.П. 20.06-01.325
 Бунтов М.В. 20.06-01.53
 Бурдик В.С. 20.06-01.42К
 Буренин Р.А. 20.06-01.53,
20.06-01.501
 Бурлак М.А. 20.06-01.497,
20.06-01.503
 Буров А.А. 20.06-01.401
 Бутузова М.С. 20.06-01.473
 Бутьевская М.В. 20.06-01.187
 Быков А.М. 20.06-01.53,
20.06-01.453, 20.06-01.454,
20.06-01.455, 20.06-01.456,
20.06-01.457, 20.06-01.458
 Быховский Г.Е. 20.06-01.6К
 Бычков А.С. 20.06-01.332
- В**
- Ваганов А.Г. 20.06-01.50
 Ваганов Г.В. 20.06-01.280
 Ван С.Л. 20.06-01.120
 Василенко А.М. 20.06-01.226,
20.06-01.245, 20.06-01.256,
20.06-01.257
 Василовский В.В. 20.06-01.342
 Васильев Б.П. 20.06-01.203,
20.06-01.206, 20.06-01.275,
20.06-01.277
 Васильев Г.И. 20.06-01.457
 Васильев Г.П. 20.06-01.129
 Васильев Р.В. 20.06-01.438
 Васильев С.В. 20.06-01.284
 Ватульян А.О. 20.06-01.358,
20.06-01.363
 Векшин Н.Л. 20.06-01.418
 Великовский Д.Ю. 20.06-01.200
 Верещагин С.В. 20.06-01.466
- Вернигора Л.В. 20.06-01.433
 Вершинин С.В. 20.06-01.267
 Ветров А.С. 20.06-01.281
 Ветров С.Я. 20.06-01.372
 Викторов Р.В. 20.06-01.215,
20.06-01.238
 Винокурова И.И. 20.06-01.170
 Вихлинин А.В. 20.06-01.53
 Вишняков О.И. 20.06-01.300
 Владецкий Д.О. 20.06-01.214
 Владимиров А.Е. 20.06-01.454
 Владимиров Ю.В. 20.06-01.220
 Власов Д.С. 20.06-01.98
 Возякова О.В. 20.06-01.427
 Волков Ю.А. 20.06-01.189
 Володин Е.М. 20.06-01.389
 Волошин А.С. 20.06-01.192,
20.06-01.193
 Волощенко В.Ю. 20.06-01.164
 Волчков Ю.М. 20.06-01.80
 Волянский В.В. 20.06-01.369
 Вopilкин А.Х. 20.06-01.209
 Воробьев В.Г. 20.06-01.522
 Воробьева В.В. 20.06-01.389
 Вороненко В.С. 20.06-01.270
 Воронин В.А. 20.06-01.161,
20.06-01.162, 20.06-01.222,
20.06-01.231
 Воронков С.С. 20.06-01.100
 Воронов В.В. 20.06-01.374
 Вусевкер В.Ю. 20.06-01.115
- Г**
- Гавриленко Г.Г. 20.06-01.237
 Гаврилов А.М. 20.06-01.168,
20.06-01.272
 Гаврилов Б.Г. 20.06-01.524
 Гаврилов Е.Н. 20.06-01.273
 Гаврилов С.В. 20.06-01.104
 Гаджиев Д.А. 20.06-01.72
 Гайдукова Л.В. 20.06-01.280,
20.06-01.283
 Гайнуллина Э.Ф. 20.06-01.154
 Гайфуллин А.М. 20.06-01.72
 Галазутдинова О.А. 20.06-01.495
 Галактионов В.А. 20.06-01.67
 Галеев Р.Г. 20.06-01.192, 20.06-01.193
 Галкина Е.В. 20.06-01.199
 Ганиев О.Р. 20.06-01.181
 Ганиев Р.Ф. 20.06-01.89
 Гаркушенко В.Г. 20.06-01.369
 Герасимов С.И. 20.06-01.328
 Гибин И.С. 20.06-01.195
 Гильманов М.И. 20.06-01.374
 Гильфанов М.Р. 20.06-01.53,
20.06-01.501
 Гинзбург А.С. 20.06-01.386
 Гладилин П.Е. 20.06-01.453,
20.06-01.456
 Глазанов В.Е. 20.06-01.31К
 Глобина В.И. 20.06-01.459,
20.06-01.462
 Глушенко А.Г. 20.06-01.53
 Глушков В.В. 20.06-01.374
 Глушков Е.В. 20.06-01.362
 Глушков М.В. 20.06-01.501
 Глушкова Н.В. 20.06-01.362
 Говоров С.П. 20.06-01.165
 Гогличидзе О.А. 20.06-01.461
 Гожа М.Л. 20.06-01.464
 Головешкин В.А. 20.06-01.396
 Головин Д.В. 20.06-01.424
 Головкин А.А. 20.06-01.517
 Головин В.А. 20.06-01.5К
- Голосов С.П. 20.06-01.166
 Голубкин В.Н. 20.06-01.310
 Голубков А.Г. 20.06-01.15К,
20.06-01.36К
 Горбачев Р.И. 20.06-01.346
 Горбунов В.А. 20.06-01.202
 Горда С.Ю. 20.06-01.475
 Горин С.В. 20.06-01.113,
20.06-01.206, 20.06-01.258,
20.06-01.259
 Гориховский В.И. 20.06-01.102
 Городецкий Д.О. 20.06-01.261
 Горшков А.Н. 20.06-01.287
 Горяшин В.Е. 20.06-01.448
 Гостев Н.Ю. 20.06-01.483
 Грамович В.В. 20.06-01.333
 Гребенев С.А. 20.06-01.53
 Грек Г.Р. 20.06-01.292, 20.06-01.294
 Гренчихин В.А. 20.06-01.347
 Грибанов А.В. 20.06-01.198
 Грибанов М.В. 20.06-01.286
 Гривцов В.В. 20.06-01.164
 Григоренко Е.Е. 20.06-01.411
 Григорович С.В. 20.06-01.53
 Григорьева И.Ю. 20.06-01.519
 Григорьева Н.С. 20.06-01.207
 Гринберг И.Э. 20.06-01.146,
20.06-01.147
 Гринек А.В. 20.06-01.318
 Гринин В.П. 20.06-01.481
 Гриняк В.М. 20.06-01.251
 Грищенко В.В. 20.06-01.235
 Громов В.Е. 20.06-01.387
 Грушецкий С.М. 20.06-01.398
 Губайдуллин А.А. 20.06-01.133,
20.06-01.173
 Губайдуллин Д.А. 20.06-01.175
 Гудков С.В. 20.06-01.375
 Гулиев А.С. 20.06-01.505
 Гулиев Р.А. 20.06-01.505
 Гульельми А.В. 20.06-01.440
 Гуляев И.П. 20.06-01.367
 Гуляев Ю.В. 20.06-01.373
 Гумеров Р.И. 20.06-01.501
 Гурбатов С.Н. 20.06-01.159,
20.06-01.230
 Гурский В.В. 20.06-01.347
 Гурченков А.А. 20.06-01.191
 Гусев В.А. 20.06-01.78, 20.06-01.150
 Гусев В.Г. 20.06-01.43К
 Гусев С.Н. 20.06-01.255
 Гусева Е.Н. 20.06-01.426
 Гусева Т.С. 20.06-01.298
 Гусейнов Н.А. 20.06-01.478
 Густов М.Ю. 20.06-01.452
 Гуштин С.Е. 20.06-01.20К
- Д**
- Давидчук В.А. 20.06-01.97
 Давлетшин А.И. 20.06-01.181
 Дамбис А.К. 20.06-01.504
 Данилова О.А. 20.06-01.439
 Десятисильный А.С. 20.06-01.251
 Деев В.В. 20.06-01.44К
 Дембелова Т.С. 20.06-01.178
 Демина И.М. 20.06-01.513
 Демишев С.В. 20.06-01.374
 Демянский М. 20.06-01.472
 Денисов С.Л. 20.06-01.302
 Джапаров Н.Р. 20.06-01.336
 Джин Я. 20.06-01.525
 Джун Шу. 20.06-01.87, 20.06-01.351
 Димаков В.С. 20.06-01.395
 Дмитриев А.О. 20.06-01.432,

20.06-01.433

Дмитриев А.С. 20.06-01.189
 Дмитриев Д.В. 20.06-01.481
 Дмитриев К.В. 20.06-01.212
 Добровольский Ю.Ю. 20.06-01.27К
 Добрышкин А.Ю. 20.06-01.128
 Довбня Б.В. 20.06-01.440
 Додин А.В. 20.06-01.497
 Долгов А.Н. 20.06-01.264,
 20.06-01.285
 Долматов Д.О. 20.06-01.356
 Доля В.К. 20.06-01.268
 Домрин В.И. 20.06-01.411
 Донской Д.М. 20.06-01.158
 Дордопуло А.И. 20.06-01.252
 Дорошкевич А. 20.06-01.472
 Драган С.П. 20.06-01.349
 Драченко В.Н. 20.06-01.262
 Дремов В.В. 20.06-01.476
 Дремова Г.Н. 20.06-01.476
 Дремухина Л.А. 20.06-01.521
 Дроздов С.В. 20.06-01.349
 Дубень А.П. 20.06-01.66
 Дубинин Е.Ф. 20.06-01.321
 Душаткин В.Н. 20.06-01.160,
 20.06-01.162, 20.06-01.268,
 20.06-01.269
 Дымова Т.Н. 20.06-01.425
 Дюдин Б.В. 20.06-01.169
 Дюсембекова А.С. 20.06-01.518
 Дягилев М.В. 20.06-01.238

Е

Евдокимова О.В. 20.06-01.317,
 20.06-01.376
 Евтюттов А.П. 20.06-01.20К,
 20.06-01.39К, 20.06-01.41К
 Егоров С.Б. 20.06-01.346
 Елизаров С.В. 20.06-01.353
 Елфимова Е.П. 20.06-01.462
 Емельянов Н.В. 20.06-01.427
 Ерёмченко А.Ю. 20.06-01.108
 Еремин А.А. 20.06-01.362
 Еремичева В.Е. 20.06-01.289
 Еремкин В.В. 20.06-01.135
 Ермак В.М. 20.06-01.524
 Ермаков С.Ф. 20.06-01.379
 Ермолаев Э.В. 20.06-01.130
 Ермолаев Ю.Г. 20.06-01.299
 Ермолаев Ю.И. 20.06-01.414,
 20.06-01.416, 20.06-01.417,
 20.06-01.520, 20.06-01.521
 Ермолаева Е.В. 20.06-01.76
 Ермошин Н.И. 20.06-01.356
 Ерофеев В.И. 20.06-01.148,
 20.06-01.208
 Ерошенко Е.А. 20.06-01.514
 Ерхов В.И. 20.06-01.518
 Ершова О.В. 20.06-01.243
 Еселевич В.Г. 20.06-01.414,
 20.06-01.435
 Еселевич М.В. 20.06-01.435,
 20.06-01.448
 Ефимов А.И. 20.06-01.415
 Ефишов 20.06-01.515
 Ефремов Т.В. 20.06-01.237

Ж

Жданов А.А. 20.06-01.436
 Жимулева Е.С. 20.06-01.538
 Жуков А.Н. 20.06-01.114
 Жуков В.Б. 20.06-01.13К,
 20.06-01.18К

Жуков В.Т. 20.06-01.67
 Жукова А.В. 20.06-01.516
 Жулин В.И. 20.06-01.25К

З

Забродин Ю.М. 20.06-01.44К
 Забурко А.В. 20.06-01.287
 Завьялов В.В. 20.06-01.278,
 20.06-01.282
 Завьялов П.С. 20.06-01.538
 Загидуллин А.А. 20.06-01.485
 Заграй Н.П. 20.06-01.165,
 20.06-01.166
 Зазнобин И.А. 20.06-01.501
 Зайко Т.И. 20.06-01.367
 Запевалин П.Р. 20.06-01.535
 Запрыгаев В.И. 20.06-01.306
 Заславский В.Ю. 20.06-01.236
 Заславский Ю.М. 20.06-01.236
 Застенкер Г.Н. 20.06-01.414,
 20.06-01.416, 20.06-01.417,
 20.06-01.520
 Захаренкова И.Е. 20.06-01.515
 Захаров А.В. 20.06-01.423
 Захаров В.И. 20.06-01.525
 Звекон А.А. 20.06-01.199
 Зверев А.С. 20.06-01.234
 Звонников М.Н. 20.06-01.253
 Здорвеннова Г.Э. 20.06-01.237
 Зеленый Л.М. 20.06-01.53,
 20.06-01.410, 20.06-01.423
 Зе-Ю Д. 20.06-01.87, 20.06-01.351
 Зубанков А.В. 20.06-01.328
 Зубарева А.М. 20.06-01.503
 Зубцов А.В. 20.06-01.72

И

Иваненко Ю.С. 20.06-01.251
 Иванов А.П. 20.06-01.377
 Иванов И.А. 20.06-01.211
 Иванов И.М. 20.06-01.116
 Иванов М.А. 20.06-01.426
 Иванов Н.М. 20.06-01.268
 Иванов Ю.Ф. 20.06-01.387
 Иванова С.Ю. 20.06-01.122
 Иванченко В.П. 20.06-01.160
 Ивина Н.Ф. 20.06-01.279
 Игумнова В.С. 20.06-01.384
 Иевенко И.Б. 20.06-01.523
 Изюмов Р.И. 20.06-01.180
 Иконникова Н.П. 20.06-01.497,
 20.06-01.503
 Илларионов Е.А. 20.06-01.413
 Ильгамов М.А. 20.06-01.89,
 20.06-01.125
 Ильинных А.Ю. 20.06-01.185
 Ильичев А.Т. 20.06-01.139
 Иляхинский А.В. 20.06-01.208,
 20.06-01.355
 Индейцев Д.А. 20.06-01.126,
 20.06-01.384
 Иртуганов Э.Н. 20.06-01.501
 Искендерова Ж.И. 20.06-01.337
 Исраилов М.Ш. 20.06-01.81
 Ишанов С.А. 20.06-01.106
 Ишков В.Н. 20.06-01.412
 Ишутко А.Г. 20.06-01.270

К

Кабаков Л.С. 20.06-01.167
 Кабанов С.И. 20.06-01.357
 Каблов Г.П. 20.06-01.24К

Кавун И.Н. 20.06-01.306
 Казак М.С. 20.06-01.218
 Казаров Б.А. 20.06-01.184
 Казмерчук П.В. 20.06-01.433
 Калашников С.А. 20.06-01.271
 Каленский А.В. 20.06-01.199
 Калнушко В.И. 20.06-01.267
 Калмыков А.П. 20.06-01.328
 Калыков А.С. 20.06-01.131
 Каминский В.Ю. 20.06-01.216,
 20.06-01.398
 Камп Л. 20.06-01.7К
 Капинос С.А. 20.06-01.328
 Каплунов И.А. 20.06-01.5К
 Карабутов А.А. 20.06-01.332
 Караваев М.А. 20.06-01.365
 Карасев М.С. 20.06-01.374
 Каргальцев О.Ю. 20.06-01.455
 Карелин А.В. 20.06-01.420
 Карликов А.Т. 20.06-01.291
 Карнышев В.И. 20.06-01.94
 Карпенко Л.Ф. 20.06-01.219
 Катасонов М.М. 20.06-01.292
 Качанов В.К. 20.06-01.365
 Кашенко Н.М. 20.06-01.106
 Кибардина И.Н. 20.06-01.425
 Ким И.С. 20.06-01.511
 Кинеловский С.А. 20.06-01.155
 Кириллов А.С. 20.06-01.527
 Кириловский С.В. 20.06-01.305
 Кириченко И.А. 20.06-01.233
 Киселев А.А. 20.06-01.223,
 20.06-01.224
 Киселев В.Д. 20.06-01.348
 Кислов Р.А. 20.06-01.410
 Кичёв В.С. 20.06-01.232
 Кияева О.В. 20.06-01.493
 Клем А.И. 20.06-01.533
 Клеин С.И. 20.06-01.348
 Клепикова А.С. 20.06-01.382
 Клецев А.А. 20.06-01.35К,
 20.06-01.79
 Клецёв А.А. 20.06-01.331
 Клименко В.В. 20.06-01.386
 Клишев О.П. 20.06-01.419
 Клочкова В.Г. 20.06-01.490
 Клюбина К.А. 20.06-01.177,
 20.06-01.228
 Ключев М.С. 20.06-01.234
 Ключкин А.А. 20.06-01.35К
 Ключин В.В. 20.06-01.265
 Ключников В.Ю. 20.06-01.421
 Князев А.Ю. 20.06-01.504
 Князева К.С. 20.06-01.304
 Кобяков Ю.С. 20.06-01.32К
 Коваль В.В. 20.06-01.464
 Кожевин Д.Ф. 20.06-01.216
 Кожемякин В.Л. 20.06-01.357
 Козлитин И.А. 20.06-01.395
 Козлов В.В. 20.06-01.292,
 20.06-01.294, 20.06-01.383
 Козлов С.И. 20.06-01.442
 Козубская Т.К. 20.06-01.107
 Кокоулина М.В. 20.06-01.221
 Колдоба А.В. 20.06-01.393
 Колесников В.И. 20.06-01.379
 Колесниченко А.В. 20.06-01.428
 Колин А.Д. 20.06-01.289
 Колом П. 20.06-01.467
 Коломиец С.Ф. 20.06-01.415
 Колыхалин В.М. 20.06-01.79,
 20.06-01.331
 Колягин Н.И. 20.06-01.168
 Кондаков Е.В. 20.06-01.116
 Кондратьев Б.П. 20.06-01.470

- Конева Д.А. 20.06-01.356
 Концов Р.В. 20.06-01.365
 Конюхова А.А. 20.06-01.179
 Копылова Ю.Г. 20.06-01.512
 Кораблев О.И. 20.06-01.53
 Корешин Е.А. 20.06-01.21К
 Корецкий С.А. 20.06-01.84
 Корзинин Д.В. 20.06-01.217
 Кормышев В.Е. 20.06-01.387
 Корниенко Е.Е. 20.06-01.367
 Корнилов В.И. 20.06-01.292
 Корноухов В.С. 20.06-01.470
 Коробцев И.В. 20.06-01.448
 Коротков А.И. 20.06-01.304,
 20.06-01.333
 Кортаева Т.А. 20.06-01.296
 Коротин С.А. 20.06-01.491
 Короченцев В.И. 20.06-01.235
 Корх Ю.В. 20.06-01.382
 Косарев О.И. 20.06-01.74,
 20.06-01.75, 20.06-01.96
 Косарим С.С. 20.06-01.108
 Косенкова А.В. 20.06-01.539
 Косивцев Л.И. 20.06-01.168
 Косинов А.Д. 20.06-01.299
 Костенко В.И. 20.06-01.535
 Костылев К.А. 20.06-01.261
 Костюков Е.Н. 20.06-01.360
 Косяк Е.Г. 20.06-01.328
 Котляр П.Е. 20.06-01.195
 Котляров В.В. 20.06-01.168
 Котляр-Шапиров А.Д. 20.06-01.349
 Котов В.Н. 20.06-01.537
 Кочарин В.Л. 20.06-01.299
 Кошкаров А.С. 20.06-01.431
 Кравцов В.В. 20.06-01.504
 Кравцов Ю.А. 20.06-01.86
 Кравченко Г.Ф. 20.06-01.343
 Кравченко М.С. 20.06-01.538
 Кравчук Д.А. 20.06-01.196
 Крайнов А.Ю. 20.06-01.109
 Красавин Е.Э. 20.06-01.65
 Красильщиков А.М. 20.06-01.452,
 20.06-01.454, 20.06-01.457
 Красников С.В. 20.06-01.324
 Краснов А.В. 20.06-01.280,
 20.06-01.281, 20.06-01.283
 Краснов В.В. 20.06-01.467
 Краус Е.И. 20.06-01.329
 Кривонос Р.А. 20.06-01.53,
 20.06-01.501
 Криворучко А.В. 20.06-01.142
 Кропотина Ю.А. 20.06-01.452,
 20.06-01.458
 Крупенин В.Л. 20.06-01.368
 Крупеньков А.В. 20.06-01.238
 Крусанова Н.Л. 20.06-01.511
 Кубарко Е.П. 20.06-01.534
 Кудашев Е.Б. 20.06-01.239
 Кудрявцев И.А. 20.06-01.460
 Кудрявцев Н.Н. 20.06-01.32К
 Кудрявцев С.М. 20.06-01.477
 Кузин С.В. 20.06-01.420
 Кузнецов В.П. 20.06-01.145
 Кузнецов Г.Н. 20.06-01.210
 Кузнецов П.Г. 20.06-01.328
 Кузнецова Г.М. 20.06-01.446,
 20.06-01.447
 Кузьменко И.В. 20.06-01.437
 Кузьмин В.И. 20.06-01.367
 Кузьмин О.И. 20.06-01.14К
 Кулик В.М. 20.06-01.323
 Кульчин Ю.Н. 20.06-01.101
 Куранов А.Г. 20.06-01.502
 Курбангулов А.Р. 20.06-01.202
 Курбанов М.А. 20.06-01.141
 Курбатов Е.П. 20.06-01.480
 Куркин А.А. 20.06-01.221
 Куркина О.Е. 20.06-01.221
 Кусайнов П.И. 20.06-01.109
 Кустова Е.В. 20.06-01.297
 Кутерин Ф.А. 20.06-01.526
 Куценко А.Н. 20.06-01.240
 Кучеренко П.А. 20.06-01.531
 Кушнарев Д.С. 20.06-01.438
 Кушнаренко Г.П. 20.06-01.446,
 20.06-01.447
- ### Л
- Лаврентьев Э.В. 20.06-01.14К
 Лавриненко А.В. 20.06-01.76
 Лазненко А.С. 20.06-01.357
 Лапшов И.Ю. 20.06-01.53
 Ларченкова Т. 20.06-01.472
 Лебедев Г.А. 20.06-01.1К,
 20.06-01.206, 20.06-01.331,
 20.06-01.344
 Левенфиш К.П. 20.06-01.452,
 20.06-01.458
 Левин В.В. 20.06-01.53
 Легуша Ф.Ф. 20.06-01.114,
 20.06-01.190, 20.06-01.203,
 20.06-01.204, 20.06-01.205,
 20.06-01.207, 20.06-01.228,
 20.06-01.229, 20.06-01.274,
 20.06-01.277, 20.06-01.280,
 20.06-01.281, 20.06-01.283,
 20.06-01.345
 Лексиков А.А. 20.06-01.192,
 20.06-01.193
 Леонов В.А. 20.06-01.432
 Леонтьева А.В. 20.06-01.148
 Лепендин Л.Ф. 20.06-01.92
 Лехт Е.Е. 20.06-01.467
 Ли Л. 20.06-01.188
 Липовецкий А.О. 20.06-01.215
 Лисенков Н.М. 20.06-01.204
 Лисс А.Р. 20.06-01.263
 Лисютин В.А. 20.06-01.214
 Литвак М.Л. 20.06-01.424
 Литвиненко М.В. 20.06-01.294
 Литвиненко Ю.А. 20.06-01.524
 Литвинов В.Л. 20.06-01.68
 Лобова Т.Ж. 20.06-01.235
 Лодкина И.Г. 20.06-01.416,
 20.06-01.417, 20.06-01.521
 Ломакин И.В. 20.06-01.53
 Лубков А.А. 20.06-01.537
 Луканина Л.А. 20.06-01.415
 Лукашов О.Ю. 20.06-01.109
 Лукин А.В. 20.06-01.126,
 20.06-01.384
 Лукьянов В.Д. 20.06-01.85,
 20.06-01.113, 20.06-01.207
 Лупян Е.А. 20.06-01.53
 Лутовинов А.А. 20.06-01.53
 Лэ Хи Ха 20.06-01.319
 Лю Ш.Х. 20.06-01.188
 Любарский Ю.Э. 20.06-01.53
 Ляпин А.Р. 20.06-01.501
 Ляхов А.Н. 20.06-01.442,
 20.06-01.524
 Ляхов Г.А. 20.06-01.375
- ### М
- Маевский Е.В. 20.06-01.410
 Мазепа Е.Е. 20.06-01.109
 Майоров В.А. 20.06-01.271
 Майоров В.С. 20.06-01.79,
 20.06-01.113, 20.06-01.259,
 20.06-01.331
 Макарова Д.Н. 20.06-01.178
 Максимов В.Н. 20.06-01.343
 Максимова Л.А. 20.06-01.465
 Маламанов С.Ю. 20.06-01.110,
 20.06-01.111
 Малеванный А.Ю. 20.06-01.98
 Малова Х.В. 20.06-01.410,
 20.06-01.411
 Малышкина Г.С. 20.06-01.3К
 Малышкина О.В. 20.06-01.5К
 Мальцева Н.В. 20.06-01.263
 Мамаева Э.З. 20.06-01.174
 Мамытова А.К. 20.06-01.338,
 20.06-01.339, 20.06-01.340
 Мансуров А.Р. 20.06-01.278
 Мануковский К.В. 20.06-01.67
 Маркевич М.Л. 20.06-01.53
 Маркеев А.П. 20.06-01.532
 Марков А.А. 20.06-01.354
 Марков М.Б. 20.06-01.189
 Марковский А.О. 20.06-01.266
 Марсаков В.А. 20.06-01.464
 Мартынов С.И. 20.06-01.394
 Мартынюк Т.В. 20.06-01.333
 Маруфий А.Т. 20.06-01.131
 Маруяма Т. 20.06-01.444
 Марченко И.А. 20.06-01.350
 Маслов А.А. 20.06-01.305
 Маслов В.Л. 20.06-01.85,
 20.06-01.258
 Матвиенко В.Н. 20.06-01.12К
 Матешов А.К. 20.06-01.350
 Махмалатиф А. 20.06-01.194
 Махмутов В.С. 20.06-01.518
 Махов В.И. 20.06-01.130
 Махонин Г.М. 20.06-01.243
 Мацневский С.В. 20.06-01.106
 Машонкина Л.И. 20.06-01.499
 Машошин А.И. 20.06-01.254
 Медведев А.В. 20.06-01.438
 Медведев В.В. 20.06-01.289
 Медведев П.С. 20.06-01.501
 Мезенцев И.В. 20.06-01.140
 Мезенцева Н.Н. 20.06-01.140
 Мелкумян А.А. 20.06-01.514
 Мереминский И.А. 20.06-01.53
 Мещеряков А.В. 20.06-01.501
 Микаилов Х.М. 20.06-01.478
 Миклин Д.В. 20.06-01.255
 Милехина О.Н. 20.06-01.121
 Милославский Ю.К. 20.06-01.116,
 20.06-01.268
 Милох В. 20.06-01.525
 Милюков В.К. 20.06-01.484
 Минаев П.Ю. 20.06-01.494
 Минасян А.М. 20.06-01.319
 Минасян М.А. 20.06-01.319
 Мингалев В.С. 20.06-01.103
 Мингалев И.В. 20.06-01.103
 Мингалев О.В. 20.06-01.103
 Миненко В.Е. 20.06-01.539
 Минин О.П. 20.06-01.299
 Миронов С.Г. 20.06-01.305
 Миронова И.В. 20.06-01.511
 Митрофанов И.Г. 20.06-01.424
 Митько В.Б. 20.06-01.4К,
 20.06-01.20К, 20.06-01.41К
 Митько В.Н. 20.06-01.268
 Михайлов А.П. 20.06-01.397
 Михайлова Г.Н. 20.06-01.375
 Михалев А.В. 20.06-01.445
 Михнюк А.Н. 20.06-01.262

Мишин В.В. 20.06-01.441
 Мишина М.Н. 20.06-01.448
 Мовчикова А.А. 20.06-01.5К
 Мойсеев А.В. 20.06-01.441
 Мольков С.В. 20.06-01.53
 Морзабаев А.К. 20.06-01.518
 Мороз А.В. 20.06-01.255
 Морозов Н.Ф. 20.06-01.124,
 20.06-01.126, 20.06-01.157,
 20.06-01.384
 Морозов С.О. 20.06-01.308
 Москатиный И.В. 20.06-01.432
 Мурга В.А. 20.06-01.177
 Мурзабеков М.М. 20.06-01.471
 Мухамадиев А.А. 20.06-01.197
 Мэн Х.Ц. 20.06-01.87, 20.06-01.351
 Мэтьюз Дж.Д. 20.06-01.444

Н

Нагаева З.М. 20.06-01.316
 Нагнибеда Е.А. 20.06-01.102
 Назаров В.Н. 20.06-01.53
 Назаров С.А. 20.06-01.88,
 20.06-01.90, 20.06-01.91
 Назаров С.В. 20.06-01.473
 Назиров Р.Р. 20.06-01.53
 Найденов В.О. 20.06-01.451
 Наливкин П.В. 20.06-01.204
 Налламоту В.К. 20.06-01.364
 Наңдхита Н.М. 20.06-01.364
 Нахатакян Д.Ф. 20.06-01.74
 Невеселова К.В. 20.06-01.274,
 20.06-01.275, 20.06-01.276
 Невская И.В. 20.06-01.99
 Недосека А.Я. 20.06-01.366
 Недосека С.А. 20.06-01.366
 Недоступ А.А. 20.06-01.71,
 20.06-01.244
 Нелюбина Н.В. 20.06-01.199
 Непейна К.С. 20.06-01.315
 Неретина М.Д. 20.06-01.499
 Нестеренок А.В. 20.06-01.451
 Нестеров С.В. 20.06-01.132
 Нефедьев Ю.А. 20.06-01.485,
 20.06-01.486
 Нечаев Д.И. 20.06-01.121
 Нечаев С.Л. 20.06-01.291
 Нигматулин Р.И. 20.06-01.182
 Нигматулина Г.Р. 20.06-01.202
 Никитин В.С. 20.06-01.295
 Никитин Г.А. 20.06-01.280
 Никитина Е.А. 20.06-01.208
 Никитченко Ю.А. 20.06-01.65
 Никифоров С.Ю. 20.06-01.424
 Никифорова М.С. 20.06-01.360
 Николаева Е.А. 20.06-01.501
 Никонов В.И. 20.06-01.401
 Никонова Т.Ю. 20.06-01.350
 Никулин Э.Е. 20.06-01.392
 Никущенко Д.В. 20.06-01.85,
 20.06-01.228, 20.06-01.258,
 20.06-01.259
 Новиков А.К. 20.06-01.30К
 Новиков Б.К. 20.06-01.46К,
 20.06-01.146
 Новиков Б.С. 20.06-01.53
 Новиков М.М. 20.06-01.332
 Новикова Н.Д. 20.06-01.67
 Носков С.И. 20.06-01.390
 Носов С.Е. 20.06-01.81
 Носова Л.В. 20.06-01.85
 Нуралиева А.Б. 20.06-01.400
 Нурмухаметов Д.Р. 20.06-01.199

О

Обридко В.Н. 20.06-01.468
 Овсиенко М.А. 20.06-01.366
 Овчинников К.Д. 20.06-01.76
 Овчинников М.Ю. 20.06-01.463
 Окнянский В.Л. 20.06-01.478
 Олейник М.М. 20.06-01.204
 Оленева В.А. 20.06-01.514
 Ольшевский В.В. 20.06-01.23К
 Орлов К.Г. 20.06-01.103
 Орлов Л.В. 20.06-01.38К
 Осипов С.М. 20.06-01.453,
 20.06-01.456
 Осицов А.Н. 20.06-01.301
 Осокин А.Р. 20.06-01.511
 Остриков Н.Н. 20.06-01.302
 Островский Д.Б. 20.06-01.18К
 Охрименко С.Н. 20.06-01.265,
 20.06-01.266

П

Павлов Г.Г. 20.06-01.452,
 20.06-01.453, 20.06-01.454,
 20.06-01.455, 20.06-01.456,
 20.06-01.457, 20.06-01.458
 Павловский В.А. 20.06-01.110,
 20.06-01.111
 Павлюченков Я.Н. 20.06-01.465
 Паймушин В.Н. 20.06-01.134,
 20.06-01.330
 Пайнени Бхаватна Венкат Сай В.
 20.06-01.364
 Палагушкин Б.В. 20.06-01.367
 Панин В.Е. 20.06-01.387
 Панич А.Е. 20.06-01.115,
 20.06-01.135, 20.06-01.136,
 20.06-01.141, 20.06-01.268
 Панкратов И.В. 20.06-01.302
 Панов И.В. 20.06-01.489
 Пантелеев И.А. 20.06-01.311
 Панченко П.В. 20.06-01.169
 Панчук В.Е. 20.06-01.490
 Парников С.Г. 20.06-01.523
 Паромов Д.Б. 20.06-01.287
 Паскаль Е.С. 20.06-01.94
 Пастухова Е.Н. 20.06-01.500
 Пахомов А.П. 20.06-01.44К
 Пашков С.В. 20.06-01.136
 Пащенко М.И. 20.06-01.467
 Пелиновский Е.Н. 20.06-01.230
 Пензин М.С. 20.06-01.443
 Перельгин В.С. 20.06-01.265
 Пересёлков С.А. 20.06-01.79
 Петников В.Г. 20.06-01.86
 Петров А.Г. 20.06-01.290
 Петров И.Б. 20.06-01.314
 Петров П.С. 20.06-01.218
 Петров Ю.В. 20.06-01.288
 Петрова Н.К. 20.06-01.485
 Петровский В.С. 20.06-01.40К
 Петронюк Ю.С. 20.06-01.187
 Петросян А.С. 20.06-01.86
 Петрукович А.А. 20.06-01.53,
 20.06-01.410, 20.06-01.411
 Петцольд М. 20.06-01.415
 Пехтерев А.А. 20.06-01.392
 Пилипенко С. 20.06-01.472
 Пинясов С.В. 20.06-01.183
 Пишин В.В. 20.06-01.468
 Пискунова Е.Д. 20.06-01.379
 Питеримова М.В. 20.06-01.299
 Пичугин К.А. 20.06-01.95
 Плахов Д.Д. 20.06-01.26К
 Побигаев В.Т. 20.06-01.93,

20.06-01.342

Пожар В.Э. 20.06-01.200
 Позаненко А.С. 20.06-01.494
 Поклад Ю.В. 20.06-01.524
 Покровский В.А. 20.06-01.6К,
 20.06-01.17К
 Поливанов П.А. 20.06-01.300
 Поляков А.С. 20.06-01.216
 Пономарчук С.Н. 20.06-01.443
 Попель С.И. 20.06-01.423
 Попков В.С. 20.06-01.331
 Поплавская Т.В. 20.06-01.305
 Попов В.В. 20.06-01.511
 Попов В.Ю. 20.06-01.410,
 20.06-01.411
 Попов И.А. 20.06-01.126,
 20.06-01.384
 Попов Ю.А. 20.06-01.537
 Поршкевич В.В. 20.06-01.326,
 20.06-01.327
 Посикун А.П. 20.06-01.170
 Постнов К.А. 20.06-01.53,
 20.06-01.502
 Потапов А.С. 20.06-01.440
 Пояркова В.А. 20.06-01.162
 Прасолов Ю.Н. 20.06-01.219
 Предель П. 20.06-01.53
 Привалова О.В. 20.06-01.126
 Пронин П.И. 20.06-01.534
 Прончатов-Рубцов Н.В. 20.06-01.159
 Простаков А.Л. 20.06-01.33К
 Прохоров В.Е. 20.06-01.153,
 20.06-01.176
 Птицына Н.Г. 20.06-01.439,
 20.06-01.513
 Пугачёв С.И. 20.06-01.203
 Пугачев С.И. 20.06-01.280,
 20.06-01.281, 20.06-01.283
 Пузакина А.К. 20.06-01.74,
 20.06-01.96
 Пулинец С.А. 20.06-01.528
 Пурденко А.П. 20.06-01.226,
 20.06-01.250
 Пустовой В.И. 20.06-01.375
 Пушкарёв А.Б. 20.06-01.473
 Пыхов Д.С. 20.06-01.344
 Пятакович В.А. 20.06-01.245,
 20.06-01.246, 20.06-01.247,
 20.06-01.248, 20.06-01.249,
 20.06-01.250, 20.06-01.256,
 20.06-01.257
 Пятакович Н.В. 20.06-01.226,
 20.06-01.248
 Пяткова А.В. 20.06-01.173
 Пятунин К.Р. 20.06-01.303

Р

Рабинович А.Г. 20.06-01.9К
 Ражев А.О. 20.06-01.71, 20.06-01.244
 Разрезова К.В. 20.06-01.203,
 20.06-01.206, 20.06-01.207,
 20.06-01.277
 Разыграев Н.П. 20.06-01.359
 Рамазанов И.С. 20.06-01.361
 Раскита М.А. 20.06-01.241,
 20.06-01.242
 Рассказов А.А. 20.06-01.419
 Рафикова Г.Р. 20.06-01.174
 Рахими Ф. 20.06-01.194
 Рахманова Л.С. 20.06-01.416,
 20.06-01.417
 Рейман А.М. 20.06-01.151
 Ремизов А.Е. 20.06-01.303
 Рехтма В.И. 20.06-01.25К

Решетников В.П. 20.06-01.487
 Решетов И.В. 20.06-01.332
 Римский-Корсаков А.В. 20.06-01.25К
 Ринкевич А.Б. 20.06-01.382
 Родин А.В. 20.06-01.507
 Родников А.В. 20.06-01.508,
 20.06-01.509
 Родюшкин В.М. 20.06-01.208,
 20.06-01.355
 Рокотов С.П. 20.06-01.16К
 Романенко Л.Г. 20.06-01.493
 Ромашко Р.В. 20.06-01.101
 Ромм Я.Е. 20.06-01.252
 Ростова А.Т. 20.06-01.184
 Рубан И.Н. 20.06-01.325
 Рубанов Л.А. 20.06-01.9К
 Рувинская Е.А. 20.06-01.221
 Руденко В.В. 20.06-01.318
 Руденко О.В. 20.06-01.78,
 20.06-01.123, 20.06-01.143,
 20.06-01.172, 20.06-01.333
 Руднев Ю.И. 20.06-01.318
 Рудницкий Г.М. 20.06-01.467
 Румянцева О.Д. 20.06-01.212
 Русин Ю.С. 20.06-01.34К
 Рыбаков В.А. 20.06-01.524
 Рыбачек М.С. 20.06-01.160,
 20.06-01.163
 Рыжиков А.В. 20.06-01.263
 Рытов Е.Ю. 20.06-01.205,
 20.06-01.228, 20.06-01.280,
 20.06-01.281, 20.06-01.283
 Рычкова В.Ф. 20.06-01.245,
 20.06-01.247, 20.06-01.248,
 20.06-01.249, 20.06-01.250,
 20.06-01.256, 20.06-01.257
 Рязанцева М.О. 20.06-01.416,
 20.06-01.417
 Ряховский И.А. 20.06-01.524

С

Савельев А.В. 20.06-01.391
 Савельев В.Г. 20.06-01.214
 Савельев В.И. 20.06-01.391
 Садехи А. 20.06-01.144
 Садин Д.В. 20.06-01.97
 Садов Ю.А. 20.06-01.400
 Садовский И.А. 20.06-01.292
 Сажнева А.Э. 20.06-01.234
 Сазонов С.Ю. 20.06-01.53,
 20.06-01.501
 Салин Е.П. 20.06-01.160
 Салихов Т.Х. 20.06-01.194
 Самойлов Л.К. 20.06-01.37К
 Сандуляну Ш.В. 20.06-01.73
 Санин А.Б. 20.06-01.424
 Сапунова О.В. 20.06-01.414,
 20.06-01.520
 Саримов Р.М. 20.06-01.375
 Сасов А.С. 20.06-01.186
 Сатыбаев А.Д. 20.06-01.312,
 20.06-01.313
 Сафаргалеев Д.И. 20.06-01.202
 Сафиуллин А.С. 20.06-01.444
 Сафонов Б.С. 20.06-01.427
 Сахибуллин Н.А. 20.06-01.53,
 20.06-01.501
 Сахно И.В. 20.06-01.255
 Свистков А.Л. 20.06-01.180
 Святощ Е.А. 20.06-01.287
 Святославов Д.С. 20.06-01.332
 Сдобнов В.Е. 20.06-01.439
 Седнев Д.А. 20.06-01.356
 Сейсян Р.П. 20.06-01.399

Селахи Э. 20.06-01.156
 Селеджи Г.Ц. 20.06-01.263
 Селин Е.П. 20.06-01.341
 Семена А.Н. 20.06-01.53
 Семена Н.П. 20.06-01.53
 Семенов Н.В. 20.06-01.299
 Семенов Н.Н. 20.06-01.260
 Сергачёв Д.В. 20.06-01.367
 Сергеев В.А. 20.06-01.344
 Сергиенко М.В. 20.06-01.486
 Серьезнов А.Н. 20.06-01.357
 Сетин А.И. 20.06-01.113,
 20.06-01.205, 20.06-01.206,
 20.06-01.258, 20.06-01.259,
 20.06-01.344
 Сетов А.Г. 20.06-01.438
 Снянь-Мин Ян. 20.06-01.87,
 20.06-01.351
 Сидоренко А.А. 20.06-01.300
 Сидоров А.О. 20.06-01.266
 Сидоров Г.И. 20.06-01.164
 Сидько В.М. 20.06-01.167,
 20.06-01.211
 Сизова М.Д. 20.06-01.466
 Сильченко О.К. 20.06-01.479
 Симакин А.В. 20.06-01.375
 Симонова В.А. 20.06-01.332
 Синь Ли. 20.06-01.87, 20.06-01.351
 Синько А.Н. 20.06-01.350
 Ситнова Т.М. 20.06-01.499
 Склянов А.С. 20.06-01.501
 Склярова Е.М. 20.06-01.450,
 20.06-01.459
 Скобельцын С.А. 20.06-01.77
 Скорлыгин В.В. 20.06-01.449
 Скороходов Д.А. 20.06-01.216
 Слабоспицкая Е.Н. 20.06-01.269
 Слюняев Н.Н. 20.06-01.526
 Смаришев М.Д. 20.06-01.10К,
 20.06-01.27К
 Смирнов А.Л. 20.06-01.129
 Смирнов Г.Е. 20.06-01.22К
 Смирнов Д.В. 20.06-01.487
 Смирнов И.В. 20.06-01.288
 Смотраков В.Г. 20.06-01.135
 Созинов С.А. 20.06-01.199
 Соколов Д.Д. 20.06-01.468,
 20.06-01.516
 Соколов И.В. 20.06-01.365
 Соколов С.В. 20.06-01.531
 Соколова М.Г. 20.06-01.486
 Соколовский К.В. 20.06-01.503
 Соловьев С.В. 20.06-01.434
 Солодовников С.В. 20.06-01.253
 Соломахин Ю.В. 20.06-01.99
 Сорокин С.В. 20.06-01.70
 Стариченков А.Л. 20.06-01.216
 Старобинец И.М. 20.06-01.203
 Старобинский А.А. 20.06-01.53
 Стародубцев П.А. 20.06-01.112
 Стародубцев С.А. 20.06-01.441
 Старченко И.Б. 20.06-01.225
 Степанов А.В. 20.06-01.512
 Степанова Л.Н. 20.06-01.357,
 20.06-01.361
 Стогний П.В. 20.06-01.314
 Стожков Ю.И. 20.06-01.518
 Сторожок Е.А. 20.06-01.112
 Струминский А.Б. 20.06-01.519
 Стырикович И.И. 20.06-01.281
 Судхира К. 20.06-01.364
 Супин А.Я. 20.06-01.121
 Суров А.Б. 20.06-01.249
 Сухоруков К.К. 20.06-01.1К
 Сызранова Н.Г. 20.06-01.396

Сысоев В.К. 20.06-01.432,
 20.06-01.433
 Сысоев Е.О. 20.06-01.128
 Сысоев О.Е. 20.06-01.128
 Сычев А.П. 20.06-01.379
 Сычев В.В. 20.06-01.533
 Сюань Линьлинь 20.06-01.235
 Сюняев Р.А. 20.06-01.53,
 20.06-01.501
 Сячина Т.А. 20.06-01.535

Т

Тавастшерна К.С. 20.06-01.510
 Таволжанская Н.С. 20.06-01.490
 Тагобидский В.М. 20.06-01.269
 Тамбовцева Л.В. 20.06-01.481
 Танеев С.Н. 20.06-01.529
 Таранов И.В. 20.06-01.373
 Тарасов С.П. 20.06-01.47,
 20.06-01.167, 20.06-01.211,
 20.06-01.222, 20.06-01.231
 Тарасова Г.Б. 20.06-01.342
 Тарасюк Ю.Ф. 20.06-01.12К,
 20.06-01.29К
 Тепеницина Н.Ю. 20.06-01.515
 Терентьев А.В. 20.06-01.70
 Терентьев Д.А. 20.06-01.353
 Терехова Н.М. 20.06-01.307
 Терешин А.Г. 20.06-01.386
 Тержевик А.Ю. 20.06-01.237
 Тимербулатов В.М. 20.06-01.334
 Тимербулатов Ш.В. 20.06-01.334
 Тимофеев И.В. 20.06-01.372
 Тимошенко А.В. 20.06-01.431
 Тимошенко В.И. 20.06-01.32К,
 20.06-01.46К, 20.06-01.47,
 20.06-01.167, 20.06-01.211,
 20.06-01.225
 Тимошенко М.А. 20.06-01.171
 Тимошенко В.И. 20.06-01.222
 Титов М.С. 20.06-01.16К
 Тихонов Н.А. 20.06-01.495
 Ткач Л.Ю. 20.06-01.394
 Ткачев С.С. 20.06-01.463
 Ткаченко А.Ю. 20.06-01.53
 Ткаченко С.А. 20.06-01.79
 Тлатов А.Г. 20.06-01.413
 Товстик П.Е. 20.06-01.124,
 20.06-01.157
 Товстик Т.П. 20.06-01.124,
 20.06-01.157
 Токовинин А.А. 20.06-01.498
 Токсоналиева А.М. 20.06-01.335
 Толмачев А.М. 20.06-01.467
 Толмачева Е.А. 20.06-01.382
 Толоконников В.П. 20.06-01.291
 Толоконников Л.А. 20.06-01.77
 Толстикова М.В. 20.06-01.444
 Толстякова Н.А. 20.06-01.22К
 Тополев В.Ю. 20.06-01.141
 Тополов В.Ю. 20.06-01.142
 Топорков Д.Ю. 20.06-01.182
 Трещалин А.П. 20.06-01.507
 Трифонов Ю.Я. 20.06-01.149
 Троицкий А.В. 20.06-01.207,
 20.06-01.331, 20.06-01.375
 Трубицына Л.П. 20.06-01.306
 Трубников Д.Н. 20.06-01.380
 Тряскин Н.В. 20.06-01.76
 Тулеков Е.А. 20.06-01.518
 Туник Ю.В. 20.06-01.293
 Турусов С.Н. 20.06-01.398
 Тутуков А.В. 20.06-01.465,
 20.06-01.466, 20.06-01.476

Тушканова А.Ю. 20.06-01.427
Тхант Зин 20.06-01.309
Тюрнев В.В. 20.06-01.192,
20.06-01.193
Тясто М.И. 20.06-01.439

У

Уваров Ю.А. 20.06-01.458
Угурчиев У. 20.06-01.352
Украинский Л.Е. 20.06-01.181
Усов В.П. 20.06-01.92
Устюгова Г.В. 20.06-01.393
Уткин А.В. 20.06-01.138

Ф

Фадеев Ю.А. 20.06-01.492
Фатеев В.Ф. 20.06-01.471
Федоров Ю.В. 20.06-01.175
Федосов В.И. 20.06-01.227
Федотова Е.А. 20.06-01.103
Федотова Е.В. 20.06-01.386
Федулов С.В. 20.06-01.61
Феодоритова О.Б. 20.06-01.67
Фершалов А.Ю. 20.06-01.99,
20.06-01.326, 20.06-01.327
Фершалов Ю.Я. 20.06-01.326,
20.06-01.327
Фесенко Т.Н. 20.06-01.84
Филатов А.Л. 20.06-01.201
Филимонов А.К. 20.06-01.85
Филимонов И.А. 20.06-01.388
Филипов В.Б. 20.06-01.374
Филиппов Е.Г. 20.06-01.226,
20.06-01.247, 20.06-01.250
Филиппов М.В. 20.06-01.518
Филиппова А.В. 20.06-01.226,
20.06-01.248
Филиппова Е.А. 20.06-01.444
Фирсанов В.В. 20.06-01.320
Фирсов В.А. 20.06-01.134,
20.06-01.330
Фирсов И.П. 20.06-01.161,
20.06-01.169
Фомин В.М. 20.06-01.138,
20.06-01.329
Фомичев В.П. 20.06-01.296
Франк М.О. 20.06-01.76
Фридман В.Е. 20.06-01.137

Х

Хабарова О.В. 20.06-01.410
Хадисов М.-Р.Б. 20.06-01.81
Хай-Тао В. 20.06-01.87, 20.06-01.351
Хакимов А.Г. 20.06-01.334
Халнуллина А.И. 20.06-01.474
Ханейчук О.В. 20.06-01.512
Харин Н.А. 20.06-01.118,
20.06-01.119
Хасьянов У. 20.06-01.352
Хачикян Г.Я. 20.06-01.528
Хитрых Д.П. 20.06-01.110,
20.06-01.111
Хлыстова А.И. 20.06-01.516
Ходотов А.В. 20.06-01.264,
20.06-01.285
Холизаде Паша А.Х. 20.06-01.144
Холупенко Е.Е. 20.06-01.457
Хорин А.Н. 20.06-01.179
Хорунжев Г.А. 20.06-01.501
Хохлов Н.И. 20.06-01.314

Ц

Цап Ю.Т. 20.06-01.512
Цветков А.С. 20.06-01.488
Цветкова В.О. 20.06-01.66
Цзо Ч.Г. 20.06-01.188
Цзэн Цзюньцзе 20.06-01.319
Цуккер Т.Г. 20.06-01.448
Цыган А.И. 20.06-01.461
Цыганкова Л.П. 20.06-01.99
Цыпкин Г.Г. 20.06-01.139
Цырюльников И.С. 20.06-01.305

Ч

Чариков Ю.Е. 20.06-01.450,
20.06-01.459, 20.06-01.460,
20.06-01.462
Чашей И.В. 20.06-01.415
Чашечкин Ю.Д. 20.06-01.176,
20.06-01.185
Черобыло С.А. 20.06-01.332
Чередниченко С.Д. 20.06-01.341
Черепашук А.М. 20.06-01.53
Черепенин В.А. 20.06-01.373
Черницер В.Н. 20.06-01.219
Чернов Н.Н. 20.06-01.171
Чернова В.В. 20.06-01.357,
20.06-01.361
Черноусько Ф.Л. 20.06-01.378,
20.06-01.385
Чернышов А.А. 20.06-01.525
Чесалин Л.С. 20.06-01.416
Четверушкин Б.Н. 20.06-01.103,
20.06-01.391
Чечеткин В.М. 20.06-01.103
Чжао Ш.Т. 20.06-01.188
Чзан Ж. 20.06-01.120
Чижев С.А. 20.06-01.281
Чижев В.Ю. 20.06-01.204
Чижев Г.В. 20.06-01.229,
20.06-01.277
Чичагов П.К. 20.06-01.151
Чугай Н.Н. 20.06-01.496
Чуличков А.И. 20.06-01.380
Чулков И.В. 20.06-01.53
Чуразов Е.М. 20.06-01.53
Чурбанов Д.В. 20.06-01.507

Ш

Шабалин А.Н. 20.06-01.460,
20.06-01.462
Шабалин И.И. 20.06-01.329
Шабанов В.Ф. 20.06-01.192,
20.06-01.193, 20.06-01.372
Шабловинская Е.С. 20.06-01.473
Шабловский О.Н. 20.06-01.69
Шабров А.А. 20.06-01.38К
Шагапов В.Ш. 20.06-01.174,
20.06-01.316
Шагимуратов И.И. 20.06-01.515
Шайхисламов И.Ф. 20.06-01.480
Шайхутдинов А.Р. 20.06-01.535
Шальбыков Д.А. 20.06-01.461
Шаммаев А.С. 20.06-01.82
Шарифов Д.М. 20.06-01.194
Шарфарец Б.П. 20.06-01.113,
20.06-01.114, 20.06-01.190,
20.06-01.344, 20.06-01.345
Шаховская А.Н. 20.06-01.519
Шевельков С.Г. 20.06-01.299
Шейдеров Е.Л. 20.06-01.45К
Шейнман Е.Л. 20.06-01.117
Шематович В.И. 20.06-01.469
Шеманев А.А. 20.06-01.507

Шерстюк А.В. 20.06-01.255
Шерстюков О.Н. 20.06-01.444
Шершнева Е.Б. 20.06-01.379
Шестаков А.А. 20.06-01.152
Шестопёров А.И. 20.06-01.463
Шибалова А.С. 20.06-01.468
Шилин М.М. 20.06-01.260
Шиманский А.Г. 20.06-01.353
Шиплюк А.Н. 20.06-01.308
Шитова Л.И. 20.06-01.84
Шицевалова Н.Ю. 20.06-01.374
Шишкин В.М. 20.06-01.134,
20.06-01.330
Шмаков А.Г. 20.06-01.294
Шохин А.Е. 20.06-01.322
Шрамко А.Д. 20.06-01.413
Шрейдер А.А. 20.06-01.234
Штремель М.Н. 20.06-01.217
Штукин Л.В. 20.06-01.126,
20.06-01.384
Шувалов В.А. 20.06-01.420
Шумилова В.В. 20.06-01.82
Шуруп А.С. 20.06-01.304
Шурыгин А.В. 20.06-01.251
Шустов Б.М. 20.06-01.53

Щ

Щеглов Г.А. 20.06-01.17К
Щеголихин В.П. 20.06-01.258,
20.06-01.259
Щербаков И.А. 20.06-01.371,
20.06-01.375
Щербинин Д.Ю. 20.06-01.422

Э

Эйсмонт Н.А. 20.06-01.53

Ю

Юдин А.В. 20.06-01.489
Юдин Д.А. 20.06-01.320
Юзэфович П.А. 20.06-01.471
Юй Л.Ф. 20.06-01.188
Юнгельсон Л.Р. 20.06-01.502
Юр Г.С. 20.06-01.183
Юртаев А.А. 20.06-01.326,
20.06-01.327
Юрченко В.В. 20.06-01.350
Юрьев А.А. 20.06-01.387
Юсупов К.М. 20.06-01.444
Юхно Л.Ф. 20.06-01.397
Юшкин М.В. 20.06-01.490
Юшкова О.В. 20.06-01.425

Я

Яблоков С.Н. 20.06-01.457
Яблокова А.Е. 20.06-01.455
Яблоник Л.Р. 20.06-01.239
Явруян О.В. 20.06-01.363
Ягодкина О.И. 20.06-01.522
Ядренкин М.А. 20.06-01.296
Яким В.В. 20.06-01.442
Якимова Г.А. 20.06-01.515
Якоб А.М. 20.06-01.500
Яковин Д.В. 20.06-01.198
Яковин М.Д. 20.06-01.198
Яковлев А.А. 20.06-01.420
Яковлев А.Н. 20.06-01.24К
Яковлев А.Ю. 20.06-01.309
Яковлев В.Е. 20.06-01.26К
Яковлев Г.В. 20.06-01.22К

Яковлева О.Е. **20.06-01.446,**
20.06-01.447
Яковлева С.А. **20.06-01.499**

Якубовский С.В. **20.06-01.442**
Якушев В.И. **20.06-01.21К**
Ямщиков В.С. **20.06-01.25К**
Ян С.Ц. **20.06-01.120**

Янке В.Г. **20.06-01.514**
Яременко М.А. **20.06-01.366**
Ярошенко А.А. **20.06-01.214**
Яцких А.А. **20.06-01.299**

УКАЗАТЕЛЬ ИСТОЧНИКОВ

Журналы

- Автоматика и телемеханика. 2020, № 9 **20.06-01.434**
- Автометрия. 2020, 56, № 3 **20.06-01.537**
- Автометрия. 2020, 56, № 4 **20.06-01.538**
- Автомобильный транспорт. 2020, № 46 **20.06-01.324**
- Акустический журнал. 2020, 66, № 6 **20.06-01.78**,
20.06-01.150, 20.06-01.178, 20.06-01.218, 20.06-01.239,
20.06-01.262, 20.06-01.302, 20.06-01.303, 20.06-01.304,
20.06-01.311, 20.06-01.315, 20.06-01.316
- Алгебра и анализ. 2020, 32, № 3 **20.06-01.64, 20.06-01.127**
- Астрон. ж. 2020, 97, № 10 **20.06-01.464, 20.06-01.465,**
20.06-01.466, 20.06-01.467, 20.06-01.468, 20.06-01.469,
20.06-01.470, 20.06-01.471
- Астрон. ж. 2020, 97, № 11 **20.06-01.472, 20.06-01.473,**
20.06-01.474, 20.06-01.475, 20.06-01.476, 20.06-01.477
- Астрон. ж. 2020, 97, № 12 **20.06-01.478, 20.06-01.479,**
20.06-01.480, 20.06-01.481, 20.06-01.482, 20.06-01.483,
20.06-01.484, 20.06-01.485, 20.06-01.486
- Астрономический вестник. 2020, 54, № 6 **20.06-01.423,**
20.06-01.424, 20.06-01.425, 20.06-01.426, 20.06-01.427,
20.06-01.428, 20.06-01.429, 20.06-01.430
- Вестн Том. гос. ун-та. Математика и механика. 2020, № 64
20.06-01.109
- Вестн Том. гос. ун-та. Математика и механика. 2020, № 66
20.06-01.69, 20.06-01.97
- Вестн. МГТУ. Сер. Приборостр. 2020, № 3 **20.06-01.533**
- Вестник Воронежского гос. ун-та. Сер. Физика. Математика.
2020, № 3 **20.06-01.79**
- Вестник ДВО РАН. 2020, № 3 **20.06-01.101**
- Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия: Естественные
науки. 2020, № 3 **20.06-01.540**
- Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия: Естественные
науки. 2020, № 4 **20.06-01.541**
- Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия: Машиностроение.
2020, № 4 **20.06-01.539**
- Вестник МГУ. Сер. 1: Математика. Механика. 2020, № 3
20.06-01.81
- Вестник МГУ. Сер. 1: Математика. Механика. 2020, № 4
20.06-01.82, 20.06-01.291
- Вестник МГУ. Серия 3: Физика. Астрономия. 2020, № 2
20.06-01.534, 20.06-01.535
- Вестник МГУ. Серия 3: Физика. Астрономия. 2020, № 3
20.06-01.536
- Вестник научно-технического развития. 2020, № 4
20.06-01.60, 20.06-01.68
- Вестник научно-технического развития. 2020, № 5
20.06-01.96, 20.06-01.355
- Вестник Пермского ун-та. Серия: Физика. 2020, № 3
20.06-01.180
- Вестник Российской академии наук (РАН). 2020, 90, № 9
20.06-01.51
- Вестник Самарского гос. технич. ун-та. Сер. Физ.-мат. науки.
2020, 24, № 2 **20.06-01.179**
- Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 1:
Математика. Механика. Астрономия. 2020, 65, № 3
20.06-01.102, 20.06-01.129, 20.06-01.297
- Вопросы атомной науки и техники. Серия: Математическое
моделирование физических процессов. 2020, № 2
20.06-01.108
- Вопросы атомной науки и техники. Серия: Физика ядерных
реакторов. 2019, № 5 **20.06-01.449**
- Вопросы истории естествознания и техники. 2020, 41, № 2
20.06-01.50, 20.06-01.422
- Вопросы радиоэлектроники. 2020, № 7-8 **20.06-01.94**
- Геомagnetизм и аэрономия. 2020, 60, № 4 **20.06-01.510,**
20.06-01.511, 20.06-01.512, 20.06-01.513
- Геомagnetизм и аэрономия. 2020, 60, № 5 **20.06-01.514,**
20.06-01.515
- Геомagnetизм и аэрономия. 2020, 60, № 6 **20.06-01.516,**
20.06-01.517, 20.06-01.518, 20.06-01.519, 20.06-01.520,
20.06-01.521, 20.06-01.522, 20.06-01.523, 20.06-01.524,
20.06-01.525, 20.06-01.526, 20.06-01.527, 20.06-01.528
- Датчики и системы. 2020, № 3 **20.06-01.98, 20.06-01.349**
- Дефектоскопия. 2020, № 8 **20.06-01.351, 20.06-01.356,**
20.06-01.357, 20.06-01.358
- Дефектоскопия. 2020, № 9 **20.06-01.359, 20.06-01.360**
- Дефектоскопия. 2020, № 10 **20.06-01.361, 20.06-01.362,**
20.06-01.363, 20.06-01.364, 20.06-01.365
- Доклады Российской академии наук. Физика, технические
науки. 2020, 492, № 1 **20.06-01.122, 20.06-01.138,**
20.06-01.143, 20.06-01.176, 20.06-01.317, 20.06-01.334,
20.06-01.370, 20.06-01.371, 20.06-01.372, 20.06-01.401
- Доклады Российской академии наук. Физика, технические
науки. 2020, 493, № 1 **20.06-01.123, 20.06-01.124,**
20.06-01.192, 20.06-01.202, 20.06-01.210, 20.06-01.230,
20.06-01.288, 20.06-01.292, 20.06-01.293, 20.06-01.301,
20.06-01.333, 20.06-01.373, 20.06-01.374, 20.06-01.375,
20.06-01.376, 20.06-01.377, 20.06-01.378, 20.06-01.379
- Доклады Российской академии наук. Физика, технические
науки. 2020, 494, № 1 **20.06-01.87, 20.06-01.125,**
20.06-01.126, 20.06-01.139, 20.06-01.172, 20.06-01.185,
20.06-01.193, 20.06-01.212, 20.06-01.294, 20.06-01.380,
20.06-01.381, 20.06-01.382, 20.06-01.383, 20.06-01.384,
20.06-01.385, 20.06-01.386, 20.06-01.387
- Ж. эксперим. и теор. физ. 2020, 158, № 3 **20.06-01.529**
- Космические исследования. 2020, 58, № 6 **20.06-01.410,**
20.06-01.411, 20.06-01.412, 20.06-01.413, 20.06-01.414,
20.06-01.415, 20.06-01.416, 20.06-01.417, 20.06-01.418
- Космонавтика и ракетостроение. 2020, № 4 **20.06-01.49,**
20.06-01.419, 20.06-01.420, 20.06-01.421
- Мат. моделир. 2020, 32, № 11 **20.06-01.66, 20.06-01.67,**
20.06-01.103, 20.06-01.104, 20.06-01.105, 20.06-01.106,
20.06-01.189, 20.06-01.213, 20.06-01.389, 20.06-01.390
- Мат. моделир. 2020, 32, № 12 **20.06-01.107, 20.06-01.152,**
20.06-01.295, 20.06-01.391, 20.06-01.392, 20.06-01.393,
20.06-01.394, 20.06-01.395, 20.06-01.396, 20.06-01.397,
20.06-01.463
- Мор. гидрофиз. ж. 2020, 36, № 4 **20.06-01.217,**
20.06-01.237
- Мор. гидрофиз. ж. 2020, 36, № 5 **20.06-01.221**
- Морские интеллектуальные технологии. 2015, 1, № 4
20.06-01.274, 20.06-01.275, 20.06-01.276, 20.06-01.277
- Морские интеллектуальные технологии. 2018, 1, № 1
20.06-01.61, 20.06-01.325
- Морские интеллектуальные технологии. 2018, 1, № 4
20.06-01.76, 20.06-01.177, 20.06-01.204, 20.06-01.205
- Морские интеллектуальные технологии. 2018, 2, № 1
20.06-01.203, 20.06-01.228, 20.06-01.229
- Морские интеллектуальные технологии. 2018, 2, № 2
20.06-01.256, 20.06-01.257
- Морские интеллектуальные технологии. 2018, 2, № 4
20.06-01.214
- Морские интеллектуальные технологии. 2018, 3, № 4
20.06-01.289
- Морские интеллектуальные технологии. 2018, 4, № 4
20.06-01.244, 20.06-01.398
- Морские интеллектуальные технологии. 2018, 5, № 4
20.06-01.245, 20.06-01.246, 20.06-01.278
- Морские интеллектуальные технологии. 2019, 1, № 1
20.06-01.85, 20.06-01.113, 20.06-01.206, 20.06-01.258,
20.06-01.259, 20.06-01.344
- Морские интеллектуальные технологии. 2019, 1, № 2
20.06-01.70, 20.06-01.110, 20.06-01.111, 20.06-01.130,
20.06-01.190, 20.06-01.309
- Морские интеллектуальные технологии. 2019, 1, № 3
20.06-01.183, 20.06-01.367
- Морские интеллектуальные технологии. 2019, 1, № 4
20.06-01.114, 20.06-01.280, 20.06-01.281, 20.06-01.319
- Морские интеллектуальные технологии. 2019, 2, № 2
20.06-01.71
- Морские интеллектуальные технологии. 2019, 2, № 3

- 20.06-01.260, 20.06-01.345
 Морские интеллектуальные технологии. 2019. 2, № 4
 20.06-01.226, 20.06-01.261
 Морские интеллектуальные технологии. 2019. 3, № 1
 20.06-01.235, 20.06-01.279
 Морские интеллектуальные технологии. 2019. 3, № 3
 20.06-01.326, 20.06-01.327
 Морские интеллектуальные технологии. 2019. 3, № 4
 20.06-01.318
 Морские интеллектуальные технологии. 2020. 1, № 2
 20.06-01.99, 20.06-01.216, 20.06-01.350
 Морские интеллектуальные технологии. 2020. 2, № 1
 20.06-01.112, 20.06-01.215, 20.06-01.238, 20.06-01.247,
 20.06-01.248, 20.06-01.249, 20.06-01.250, 20.06-01.251,
 20.06-01.282
 Морские интеллектуальные технологии. 2020. 3, № 1
 20.06-01.346
 Морские интеллектуальные технологии. 2020. 3, № 4
 20.06-01.207, 20.06-01.283, 20.06-01.331
 Нано- и микросистемная техника. 2006, № 1 20.06-01.141
 Нано- и микросистемная техника. 2006, № 4 20.06-01.184
 Нано- и микросистемная техника. 2006, № 6 20.06-01.399
 Нано- и микросистемная техника. 2006, № 7 20.06-01.142,
 20.06-01.186
 Нано- и микросистемная техника. 2006, № 8 20.06-01.187
 Нано- и микросистемная техника. 2006, № 9 20.06-01.131,
 20.06-01.339, 20.06-01.340
 Наука, новые технологии и инновации. 2006, № 1
 20.06-01.312, 20.06-01.313
 Наука, новые технологии и инновации. 2017, № 7
 20.06-01.335
 Наука, новые технологии и инновации. 2017, № 12
 20.06-01.336
 Наука, новые технологии и инновации. 2018, № 9
 20.06-01.337
 Наука, новые технологии и инновации. 2019, № 10
 20.06-01.338
 Научно-технич. ведомости Санкт-Петербургского гос.
 политехнич. ун-та. Физ.-мат. н. 2011, № 1 20.06-01.450,
 20.06-01.451, 20.06-01.452, 20.06-01.453
 Научно-технич. ведомости Санкт-Петербургского гос.
 политехнич. ун-та. Физ.-мат. н. 2011, № 2 20.06-01.454
 Научно-технич. ведомости Санкт-Петербургского гос.
 политехнич. ун-та. Физ.-мат. н. 2011, № 3 20.06-01.455
 Научно-технич. ведомости Санкт-Петербургского гос.
 политехнич. ун-та. Физ.-мат. н. 2012, № 3 20.06-01.456,
 20.06-01.457, 20.06-01.458
 Научно-технич. ведомости Санкт-Петербургского гос.
 политехнич. ун-та. Физ.-мат. н. 2013, № 3 20.06-01.459
 Научно-технич. ведомости Санкт-Петербургского гос.
 политехнич. ун-та. Физ.-мат. н. 2013, № 4 20.06-01.460
 Научно-технич. ведомости Санкт-Петербургского гос.
 политехнич. ун-та. Физ.-мат. н. 2014, № 2 20.06-01.461
 Научно-технич. ведомости Санкт-Петербургского гос.
 политехнич. ун-та. Физ.-мат. н. 2015, № 2 20.06-01.462
 Нелинейная динамика. 2011. 7, № 3 20.06-01.508
 Нелинейная динамика. 2012. 8, № 5 20.06-01.509
 Оптика и спектроскопия. 2020. 128, № 5 20.06-01.199
 Оптика и спектроскопия. 2020. 128, № 7 20.06-01.200,
 20.06-01.332
 Оптический журнал. 2020. 86, № 4 20.06-01.197
 Оптический журнал. 2020. 86, № 6 20.06-01.198
 Письма в Астрон. ж. 2020. 46, № 8 20.06-01.52,
 20.06-01.487, 20.06-01.488, 20.06-01.489, 20.06-01.490,
 20.06-01.491, 20.06-01.492, 20.06-01.493
 Письма в Астрон. ж. 2020. 46, № 9 20.06-01.53,
 20.06-01.494, 20.06-01.495, 20.06-01.496, 20.06-01.497,
 20.06-01.498, 20.06-01.499, 20.06-01.500
 Письма в Астрон. ж. 2020. 46, № 10 20.06-01.501,
 20.06-01.502, 20.06-01.503, 20.06-01.504, 20.06-01.505,
 20.06-01.506
 Письма в Журнал технической физики. 2021. 47, № 1
 20.06-01.201
 Письма в ЖЭТФ. 2020. 112, № 9 20.06-01.153
 Прикл. мат. и мех. 2020. 84, № 3 20.06-01.90, 20.06-01.314
 Прикл. мат. и мех. 2020. 84, № 4 20.06-01.148,
 20.06-01.157, 20.06-01.310, 20.06-01.530, 20.06-01.531,
 20.06-01.532
 Прикл. мат. и мех. 2020. 84, № 5 20.06-01.72, 20.06-01.77,
 20.06-01.91, 20.06-01.290, 20.06-01.400
 Прикл. мат. и мех. 2020. 84, № 6 20.06-01.132,
 20.06-01.149, 20.06-01.191
 Прикладная механика и техническая физика. 2020. 61, № 4
 20.06-01.73, 20.06-01.80, 20.06-01.120, 20.06-01.133,
 20.06-01.134, 20.06-01.144, 20.06-01.154, 20.06-01.155,
 20.06-01.156, 20.06-01.174, 20.06-01.175, 20.06-01.188,
 20.06-01.328
 Прикладная механика и техническая физика. 2020. 61, № 5
 20.06-01.296, 20.06-01.300, 20.06-01.305, 20.06-01.306,
 20.06-01.307, 20.06-01.329
 Прикладная физика. 2020, № 3 20.06-01.195
 Прикладная физика. 2020, № 4 20.06-01.196
 Проблемы машиностроения и надежности машин. 2019, № 1
 20.06-01.89, 20.06-01.208
 Проблемы машиностроения и надежности машин. 2019, № 2
 20.06-01.330
 Проблемы машиностроения и надежности машин. 2019, № 4
 20.06-01.298, 20.06-01.352
 Проблемы машиностроения и надежности машин. 2019, № 6
 20.06-01.95
 Проблемы машиностроения и надежности машин. 2020, № 2
 20.06-01.74, 20.06-01.83, 20.06-01.321
 Проблемы машиностроения и надежности машин. 2020, № 3
 20.06-01.368
 Проблемы машиностроения и надежности машин. 2020, № 5
 20.06-01.75, 20.06-01.84, 20.06-01.181
 Проблемы машиностроения и надежности машин. 2020, № 6
 20.06-01.322
 Процессы в геосредах. 2020, № 3 20.06-01.220,
 20.06-01.234
 Радиофизика и радиоастрономия. 2020. 25, № 3
 20.06-01.402, 20.06-01.403
 Радиофизика и радиоастрономия. 2020. 25, № 4
 20.06-01.48, 20.06-01.404, 20.06-01.405, 20.06-01.406,
 20.06-01.407, 20.06-01.408, 20.06-01.409
 Сенсорные системы. 2020. 34, № 3 20.06-01.121
 Сибирский математический журнал. 2020. 61, № 1
 20.06-01.88
 Солнечно-земная физика. 2020. 6, № 3 20.06-01.435,
 20.06-01.436, 20.06-01.437, 20.06-01.438, 20.06-01.439,
 20.06-01.440, 20.06-01.441, 20.06-01.442, 20.06-01.443,
 20.06-01.444, 20.06-01.445, 20.06-01.446, 20.06-01.447,
 20.06-01.448
 Теплофиз. и аэромех. 2019, № 6 20.06-01.173,
 20.06-01.182, 20.06-01.194, 20.06-01.299
 Теплофиз. и аэромех. 2020, № 1 20.06-01.140,
 20.06-01.308, 20.06-01.323
 Территория NDT. Международный журнал по
 неразрушающему контролю. 2020, № 2 20.06-01.54,
 20.06-01.55, 20.06-01.209
 Территория NDT. Международный журнал по
 неразрушающему контролю. 2020, № 3 20.06-01.353
 Территория NDT. Международный журнал по
 неразрушающему контролю. 2020, № 4 20.06-01.56,
 20.06-01.57, 20.06-01.58, 20.06-01.59, 20.06-01.354
 Техн. диагност. и неразруш. контроль. 2020, № 3
 20.06-01.62, 20.06-01.63, 20.06-01.366
 Техническая акустика. 2020. 20, № 1 20.06-01.100
 Тр. МФТИ. 2020. 12, № 3 20.06-01.507
 Труды МАИ. 2020, № 112 20.06-01.65, 20.06-01.320,
 20.06-01.431, 20.06-01.432
 Труды МАИ. 2020, № 113 20.06-01.128, 20.06-01.255
 Труды МАИ. 2020, № 114 20.06-01.388, 20.06-01.433
 Ученые записки физического ф-та МГУ. 2020, № 3
 20.06-01.236

Конференции и сборники

Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы юбилейной научно-технической конференции «Проблемы прикладной гидроакустики». №2(46). Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2005 **20.06-01.47, 20.06-01.115, 20.06-01.116, 20.06-01.117, 20.06-01.135, 20.06-01.136, 20.06-01.171, 20.06-01.222, 20.06-01.223, 20.06-01.224, 20.06-01.225, 20.06-01.227, 20.06-01.231, 20.06-01.232, 20.06-01.233, 20.06-01.240, 20.06-01.241, 20.06-01.242, 20.06-01.243, 20.06-01.252, 20.06-01.253, 20.06-01.254, 20.06-01.263, 20.06-01.264, 20.06-01.265, 20.06-01.266, 20.06-01.267, 20.06-01.268, 20.06-01.269, 20.06-01.270, 20.06-01.271, 20.06-01.272, 20.06-01.284, 20.06-01.285, 20.06-01.286,**

20.06-01.287, 20.06-01.369

Прикладная акустика. Межведомственный тематический научный сборник. Том 10. Таганрог: Таганрогский радиотехнический ин-т имени В.Д. Калмыкова. 1983
20.06-01.86, 20.06-01.92, 20.06-01.93, 20.06-01.118, 20.06-01.119, 20.06-01.137, 20.06-01.145, 20.06-01.146, 20.06-01.147, 20.06-01.151, 20.06-01.158, 20.06-01.159, 20.06-01.160, 20.06-01.161, 20.06-01.162, 20.06-01.163, 20.06-01.164, 20.06-01.165, 20.06-01.166, 20.06-01.167, 20.06-01.168, 20.06-01.169, 20.06-01.170, 20.06-01.211, 20.06-01.219, 20.06-01.273, 20.06-01.341, 20.06-01.342, 20.06-01.343, 20.06-01.347, 20.06-01.348

Книги

Автоматические системы и технические средства корабельных комплексов. Книга 1. Гидроакустические комплексы надводных кораблей. Принципы построения и решаемые задачи. СПб.: СПбГМТУ. 2012 **20.06-01.4К**

Акустические подводные низкочастотные излучатели. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Л.: Судостроение. 1984 **20.06-01.25К**

Акустические шумы и помехи на судах. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Л.: Судостроение. 1984 **20.06-01.26К**

Анализ гидроакустических систем. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Л.: Судостроение. 1988 **20.06-01.42К**

Анализ информации оператором-гидроакустиком. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Л.: Судостроение. 1989 **20.06-01.44К**

Взрывы в море. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Л.: Судостроение. 1977 **20.06-01.14К**

Гидроакустическая аппаратура рыбопромыслового флота. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Л.: Судостроение. 1987 **20.06-01.38К**

Гидроакустические измерения. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Л.: Судостроение. 1971 **20.06-01.6К**

Гидроакустические измерения. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. М.: Мир. 1974 **20.06-01.11К**

Гидроакустические навигационные средства. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Л.: Судостроение. 1983 **20.06-01.22К**

Гидроакустические приборы и измерения. М.: Мир. 1972 **20.06-01.8К**

Гидроакустические средства связи и наблюдения. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Л.: Судостроение. 1982 **20.06-01.20К**

Гидроакустические средства связи и наблюдения. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Л.: Судостроение. 1983 **20.06-01.21К**

Гидроакустическое телеуправление. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Л.: Судостроение. 1985 **20.06-01.29К**

Гидролокатор дельфина. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Л.: Судостроение. 1977 **20.06-01.15К**

Гидролокаторы ближнего действия. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Л.: Судостроение. 1983 **20.06-01.24К**

Дальность действия гидроакустических средств. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Л.: Судостроение. 1976 **20.06-01.12К**

Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы юбилейной научно-технической конференции «Проблемы прикладной гидроакустики». №2(46). Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2005 **20.06-01.2К**

Излучение и рассеяние звука. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Л.: Судостроение. 1989 **20.06-01.45К**

Инженерные расчеты в гидроакустике. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Л.: Судостроение. 1988 **20.06-01.41К**

Конструирование гидроакустической рыбопоисковой

аппаратуры. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Л.: Судостроение. 1986 **20.06-01.32К**

Направленность гидроакустических антенн. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Л.: Судостроение. 1973 **20.06-01.10К**

Нестационарные задачи гидроакустики. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Л.: Судостроение. 1988 **20.06-01.40К**

Обработка гидроакустической информации на судовых ЦВМ. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Л.: Судостроение. 1979 **20.06-01.16К**

Оптимальные и адаптивные методы обработки гидроакустических сигналов. Том 2. Адаптивные методы. СПб.: Электроприбор. 2011 **20.06-01.3К**

Основы гидроакустики. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Л.: Судостроение. 1987 **20.06-01.35К**

Параметрическая надежность гидроакустических антенн. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Л.: Судостроение. 1980 **20.06-01.18К**

Параметрические антенны в гидролокации. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Л.: Судостроение. 1990 **20.06-01.46К**

Подводная акустика. М.: Мир. 1972 **20.06-01.7К**

Пьезокерамические преобразователи. Методы измерения и расчет параметров. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Л.: Судостроение. 1984 **20.06-01.28К**

Распространение электромагнитных и акустических волн в морском льду. СПб.: СПбГМТУ. 2001 **20.06-01.1К**

Расчет гидроакустических антенн по диаграмме направленности. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Л.: Судостроение. 1977 **20.06-01.13К**

Системы акустического изображения. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Л.: Судостроение. 1981 **20.06-01.19К**

Системы пространственно-временной обработки гидроакустической информации. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Л.: Судостроение. 1988 **20.06-01.43К**

Специализированные гидроакустические системы. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Л.: Судостроение. 1987 **20.06-01.36К**

Справочник по гидроакустике. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Л.: Судостроение. 1984 **20.06-01.27К**

Справочник по гидроакустике. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Л.: Судостроение. 1988 **20.06-01.39К**

Статистические измерения в судовой акустике. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Л.: Судостроение. 1985 **20.06-01.30К**

Статистические методы в гидролокации (Модели, алгоритмы, решения). Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Л.: Судостроение. 1983 **20.06-01.23К**

Технология производства гидроакустической аппаратуры. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Л.: Судостроение. 1973 **20.06-01.9К**

Физические основы, методы исследования и практическое

- применение пьезоматериалов. М.: Техносфера. 2013
20.06-01.5К
- Экранирование гидроакустических антенн. Серия:
Библиотека инженера-гидроакустика. Л.: Судостроение.
1986 **20.06-01.31К**
- Эксплуатация судовых гидроакустических станций. Серия:
Библиотека инженера-гидроакустика. Л.: Судостроение.
1980 **20.06-01.17К**
- Электронное управление характеристиками направленности
антенн. Серия: Библиотека инженера-гидроакустика. Л.:
Судостроение. 1987 **20.06-01.37К**
- Электронный ключ к океану. Серия: Библиотека
инженера-гидроакустика. Л.: Судостроение. 1986
20.06-01.33К
- Электропитание гидроакустической аппаратуры. Серия:
Библиотека инженера-гидроакустика. Л.: Судостроение.
1986 **20.06-01.34К**
-

СОДЕРЖАНИЕ

Библиография	20.06-01.1
Персоналии	20.06-01.47
Классические проблемы линейной акустики и теории волн	20.06-01.64
Нелинейная акустика	20.06-01.143
Физическая акустика	20.06-01.174
Акустика океана, гидроакустика	20.06-01.210
Атмосферная и аэроакустика	20.06-01.288
Акустика структурно неоднородных сред; Геологическая акустика	20.06-01.311
Акустическая экология; Шумы и вибрации	20.06-01.318
Обработка акустических сигналов; Компьютерное моделирование	20.06-01.332
Акустика живых систем; Биологическая акустика	20.06-01.333
Физические основы технической акустики	20.06-01.342
Физика	20.06-01.370
Астрономия	20.06-01.401
Авторский указатель Указатель источников	