

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.

№ 02
Москва 2018

Выходит 6 раз в год

Конгрессы, конференции, семинары, симпозиумы, советы, совещания

18.02-01.1 О конкурсе “Лучшие обзоры и статьи”, опубликованные в журнале “Успехи физических наук” в 2016 году. *Рубаков В.А., Аксентьева М.С. УФН.* 2018. 188, № 1, с. 2. Рус.

18.02-01.2 К 100-летию со дня рождения Ильи Михайловича Лифшица (Научная сессия Отделения физических наук Российской академии наук, 18 января 2017 г.) *УФН.* 2018. 188, № 1, с. 89. Рус.

18 января 2017 г. в конференц-зале Физического института имени П.Н. Лебедева Российской академии наук (РАН) состоялась научная сессия Отделения физических наук, посвящённая 100-летию со дня рождения И.М. Лифшица. Объявленная на web-сайте Отделения физических наук РАН www.grad.ac.ru повестка заседания содержала следующие доклады: 1. Гросберг А.Ю. (New York University, USA). Илья Михайлович Лифшиц

и физика биополимеров. 2. Пастур Л.А. (Физико-технический институт низких температур им. Б.И. Веркина Национальной академии наук Украины, Харьков). Неупорядоченные фермионы. 3. Воловик Г.Е. (Институт теоретической физики им. Л.Д. Ландау РАН, Москва; Aalto University, Finland). Экзотические переходы Лифшица в топологической материи. 4. Крапивский П. (Boston University, USA) Теория Лифшица—Слэзова—Вагнера и социальная динамика. 5. Горский А.С. (Институт проблем передачи информации, Москва). Новые критические явления в случайных сетях и многочастичная локализация. 6. Нечаев С.К. (Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, Москва; Междисциплинарный научный центр Понселе, Москва). Статистика редких событий и иерархия: от “хвостов Лифшица” к модулярной инвариантности. Статьи, написанные на основе докладов 1, 3 и 6, публикуются.

Библиография

18.02-01.3К КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1—3 октября 2003 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003

18.02-01.4К КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27—29 сентября 2005 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005

18.02-01.5К КОНСОНАНС-2007. Акустический симпозиум (25—27 сентября 2007 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2007

18.02-01.6К КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября—01 октября 2009 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009

18.02-01.7К КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1—2 октября 2013 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013

18.02-01.8К КОНСОНАНС-2015. Акустический симпозиум (29—30 сентября 2015 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2015

18.02-01.9К Открытия и достижения науки. Сборник материалов международной научной конференции. Россия. Москва, 30—31 июля 2015 г. (Электронный ресурс). М.: РусАльянс Сова. 2015. ISBN 978-5-9907225-1-4

18.02-01.10К Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 9-я междунар. конф. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2016

18.02-01.11 Статьи Ильи Михайловича Лифшица, об Илье Михайловиче Лифшице и посвящённые Илье Михайловичу Лифшицу на страницах журнала «Успехи физических наук». *УФН.* 2018. 188, № 1, с. 94. Рус.

Персоналии

18.02-01.12 **Илья Михайлович Лифшиц.** К 100-летию со дня рождения. *Гросберг А.Ю. УФН.* 2018. 188, № 1, с. 89-93. Рус.

18.02-01.13 **“О физике всегда полагается говорить слегка иронически”** (неизвестное выступление Л.Д. Ландау 8 апреля 1960 года). *Дружинин П.А. УФН.* 2018. 188, № 1, с. 113. Рус.

По уникальной магнитофонной записи из фондов Российского государственного архива фонодокументов (г. Москва) публикуется ранее неизвестное выступление академика Л.Д. Ландау, произнесённое 8 апреля 1960 года в Москве. Это выступление является единственным сохранившимся подлинным выступлением учёного перед широкой аудиторией.

18.02-01.14 **Захарий Фишелевич Красильник** (к 70-летию со дня рождения). *Гавериленко В.И., Гапонов С.В., Денисов Г.Г., Латышев А.В., Литвак А.Г., Мареев Е.А., Салащенко Н.Н., Сергеев А.М., Сурис Р.А., Руденко О.В., Хазанов Е.А., Чхало Н.И. УФН.* 2018. 188, № 1, с. 119-120. Рус.

18.02-01.15 **Михаил Виссарионович Садовский** (к 70-летию со дня рождения). *Андреев А.Ф., Арсеев П.И., Борисов А.Б., Бражкин В.В., Гоцицкий Б.Н., Кучинский Э.З., Месяц Г.А., Муртазаев А.К., Некрасов И.А., Рыкованов Г.Н., Устинов В.В., Яландин М.И. УФН.* 2018. 188, № 2, с. 231-232. Рус.

См. также 18.02-01.2, 18.02-01.11

Классические проблемы линейной акустики и теории волн

Математическая теория распространения волн

18.02-01.16 **Математическая модель течения вязкой жидкости Стокса через круглое отверстие в неподвижном экране.** *Галазюк В.А., Сулим Г.Т. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 134-135. Рус.

18.02-01.17 **Процесс распространения волн в дискретных и непрерывных средах разной физической природы.** *Женировский М.И., Мацыпура В.Т., Снарский А.А. КОНСОНАНС-2007. Акустический симпозиум (25–27 сентября 2007 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2007, с. 94-99. Рус.

Проведен анализ распространения волн в дискретных и непрерывных средах разной физической природы, параметры которых претерпевают периодические изменения. Исследованы частотные зоны проникновения и “запирания” таких сред для волнового процесса.

18.02-01.18 **Математическое моделирование продольных динамических возмущений в оболочке в системе полубесконечная цилиндрическая оболочка с жидкостью при осевом импульсном нагружении.** *Коваленко А.П. КОНСОНАНС-2007. Акустический симпозиум (25–27 сентября 2007 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2007, с. 108-113. Рус.

Продолжена разработка аналитико-численного подхода к исследованию гидроупругих систем цилиндрическая оболочка—жидкость. Рассматривается полубесконечная цилиндрическая оболочка по теории оболочек типа Тимошенко. Жидкость рассматривается в акустическом приближении. На торце оболочки прикладывается импульсное нагружение. В пространстве изображений получено аналитическое решение во втором приближении для величин, характеризующих движение оболочки. Проведены численные расчеты для различных значений коэффициента взаимосвязи, учитывающего взаимное влияние жидкости и оболочки при импульсном нагружении. Анализ результатов показывает незначительное влияние жидкости на продольное напряжение в оболочке и значительное влияние на угол поворота сечения по теории оболочки типа Тимошенко.

18.02-01.19 **Система уравнений аэроакустики для среды с завихренностью: общий случай.** *Лукьянов П.В. КОНСОНАНС-2007. Акустический симпозиум (25–27 сентября 2007 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2007, с. 163-168. Рус.

A critical review of methods for study sound spreading within inhomogeneous medium with vortices has been done. The main shortcomings of Blohinztey approach, Lighthill and Howe theories have been shown. Lighthill theory, in fact, does not take into account inhomogeneous properties of medium when sound is spreading within it. Lighthill's and Howe's equations have been deduced not for small disturbances of medium but only for hydrodynamical ones. Blohinztey' system of equations includes

both hydrodynamical variable and their disturbances. However it has more variables than equations, i.e. cannot be solved correctly. In the paper a system of equations for aeroacoustics of inhomogeneous inviscous medium with vorticity has been deduced. A scheme of overall aerodynamical-aeroacoustical problem solution is explained.

18.02-01.20 **Функция Грина трехмерного конвективного волнового уравнения для бесконечно прямого полого цилиндра.** *Борисюк А.О. КОНСОНАНС-2015. Акустический симпозиум (29–30 сентября 2015 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2015, с. 39-44. Рус.

18.02-01.21 **Сравнение двух подходов к решению волновых задач методом частичных областей при наличии областей, которые пересекаются.** *Гринченко В.Т., Вовк І.В., Мацыпура В.Т., Троценко Я.П. КОНСОНАНС-2015. Акустический симпозиум (29–30 сентября 2015 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2015, с. 66-71. Рус.

18.02-01.22 **Расчет свободных колебаний стержневых систем с применением динамического конечного элемента.** *Кеглин Б.Г., Цуканова Е.С. Открытия и достижения науки. Сборник материалов международной научной конференции. Россия. Москва, 30–31 июля 2015 г. (Электронный ресурс).* М.: РусАльянс Сова. 2015, с. 80-91. Рус.

18.02-01.23 **Метод гомотопии для расчета периодических волноводно-лестничных структур.** *Быков А.А. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 9-я междунар. конф. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2016, с. 24-28. Рус.*

18.02-01.24 **Волны в двумерных периодических диэлектрических структурах.** *Быков А.А. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 9-я междунар. конф. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2016, с. 29-33. Рус.*

18.02-01.25 **Итерационный подход к решению дифференциальных уравнений с линейно преобразованным аргументом.** *Коновалов Я.Ю. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 4-я международная конференция, 20–22 сентября 2011 г. М.: РНТОРЭС. 2011, с. 111-114. Рус.*

18.02-01.26 **Моделирование электромагнитных полей, рассеянных объектом в ближней зоне беспроводных сенсорных сетей.** *Львович И.Я., Преображенский А.П., Чопоров О.Н., Тамбовцев Г.А. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 36-39. Рус.*

На основе беспроводных сенсорных сетей существуют воз-

возможности определения координат различных объектов на основе анализа распределения электромагнитного поля в пространстве. В статье на основе методики, в которой используется представление объекта сложной формы в виде совокупности фазетов, исследуются характеристики рассеянного этим объектом поля в его ближней зоне. Показано, каким образом, используя расчетные данные, можно исследовать влияние пространственной конфигурации поля на точность измерения угловых координат объекта. Приведены расчетные зависимости относительной амплитуды поля объекта и пластины от угла для ближней зоны, для дальней зоны. Считается, что антенна перемещается вокруг анализируемого объекта случайным образом, находят усредненные по всем углам наблюдения характеристики рассеянного поля. Проведя расчет параметров закона распределения случайной величины от сечения к сечению, мы можем сделать вывод о том, каким образом изменяется процесс во времени. Проведенный анализ показал, что при переходе из дальней зоны в ближнюю происходит сдвиг пиковых значений по амплитудам и идет расширение главного лепестка вторичного излучения. Даны гистограммы распределения амплитуд и фаз сложного объекта. После проведения анализа было установлено, что распределение мгновенных значений амплитуд рассеянного поля объектом описывается законом Рэлея. Результаты работы будут полезны для повышения точности определения координат объектов в беспроводных сенсорных сетях.

18.02-01.27 Преобразование Гильберта на основе финитных атомарных функций. *Кравченко В.Ф., Чуриков Д.В. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 40-41. Рус.*

Рассматривается прямое и обратное преобразования Гильберта с использованием атомарных функций. Показано, что при синтезе и анализе зондирующих сигналов большое прикладное значение имеет преобразование Гильберта и связанное с ним понятие аналитического сигнала. При использовании методов цифровой обработки преобразование Гильберта получило распространение для формирования сигналов с однополосной модуляцией и демодуляции сигналов. Проводится сравнение результатов обработки модельных цифровых сигналов при различных режимах передачи и приема.

18.02-01.28 Автоматический подбор параметров алгоритмов стохастической динамической обработки интерферометрических сигналов с помощью методов машинного обучения. *Вольнский М.А., Ермолаев П.А. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 216-217. Рус.*

Рассматривается подход к автоматической настройке расширенного фильтра Калмана, применяемого для обработки данных в интерферометрических системах, основанный на анализе дополнительной информации о состоянии интерферометрической системы. Используется представление интерферометрических сигналов как выхода динамической системы с переменным вектором состояния. Рассмотрены результаты экспериментального анализа данных на основе различных методов оптимизации. Обсуждаются особенности использования различных моделей интерферометрических сигналов.

18.02-01.29 Математические методы обработки спектральных данных по измерению температуры металлов при высоких давлениях. *Булатов К.М. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 228-230. Рус.*

Описываются математические модели обработки спектральных данных, позволяющие получить распределение температуры на поверхности микрообъектов, нагретых лазером в ячейках высокого давления. Исследования поверхностного распределе-

ния температур микрообъектов при высоком давлении позволяют изучить физику процессов, протекающих в экстремальных условиях. Спектральные данные нагретых лазером объектов измеряются при помощи акустооптического видео спектрометра, работающего в диапазоне (630–1100 нм).

18.02-01.30 К исследованию распространения плоских волн в упругих анизотропных средах рекуррентно-операторным методом. *Рождкова Е.В. Известия РАН. Механика твердого тела. 2018, № 1, с. 44-56. Рус.*

Рекуррентно-операторным методом получены решения уравнений движения пространственной анизотропной упругой среды без определения корней детерминантного (векового) уравнения. Установлена связь полученных решений с классическими решениями. Рассматривается возможность решения начально-краевых задач для плоских волн. Приводится пример и сравнительные графики полученных решений.

18.02-01.31 Кинетическая теория и современная аэродинамика. *Рудяк В.Я. Сибирский журнал индустриальной математики. 2005. 8, № 3, с. 120-148. Рус.*

Дан обзор современного состояния кинетической теории. Рассмотрены кинетическая теория разреженных и плотных газов, газов с внутренними степенями свободы и химическими реакциями, метод прямого статистического моделирования разреженного газа и его связь с решениями уравнения Больцмана. Важное место уделено современным проблемам: построению кинетической теории газозвесей, флуктуационной гидродинамике. Обсуждается проблема соотношения обратимости гамильтоновой описания системы многих частиц и реально наблюдаемой необратимости макроскопических систем.

18.02-01.32 Симметрии уравнений теории мелкой воды на вращающейся плоскости. *Чесноков А.А. Сибирский журнал индустриальной математики. 2008. 11, № 3, с. 135-148. Рус.*

Рассматривается система нелинейных дифференциальных уравнений, описывающая пространственные движения идеальной несжимаемой жидкости на вращающейся плоскости в приближении мелкой воды, а также более общая система уравнений теории длинных волн, учитывающая сдвиг скорости по глубине. Методами группового анализа вычислены допустимые модели 9-мерные алгебры Ли инфинитезимальных операторов. Установлен изоморфизм этих алгебр Ли с известной алгеброй Ли операторов, допускаемых системой уравнений двумерных изэнтропических движений политропного газа с показателем адиабаты $\gamma=2$. Найденные нетривиальные симметрии рассматриваемых моделей позволяют провести групповое разложение решений. При этом класс стационарных решений уравнений вращающейся мелкой воды преобразуется в новый класс периодических по времени решений.

18.02-01.33 Об одном классе нерассеивающих акустических оболочек для модели анизотропной акустики. *Алексеев Г.В., Романов В.Г. Сибирский журнал индустриальной математики. 2011. 14, № 2, с. 15-20. Рус.*

Рассматривается модель линейной акустики, описывающая дифракцию звуковой волны на локальной анизотропной неоднородности. Исследуется вопрос о существовании неоднородностей, для которых отсутствует рассеянное поле, возникающее при падении на неоднородность поля, создаваемого внешними компактно распределенными источниками. Показано существование указанных неоднородностей. Приводится конструктивный способ построения класса нерассеивающих анизотропных сред, зависящих от произвольной функции одной переменной. Выписываются явные формулы, определяющие основные параметры оболочки.

18.02-01.34 Многомерная обратная задача определения двух коэффициентов в уравнении акустики. *Бугуева Т.В. Сибирский журнал индустриальной математики. 2014. 17, № 2, с. 18-31. Рус.*

Рассматривается линеаризованная обратная задача определения коэффициентов уравнения акустики, а именно, решается задача определения двух функций, зависящих от трех пространственных переменных — скорости распространения акустических волн и плотности акустической среды. Получен ал-

горитм ее решения. Приведена оценка условной устойчивости решения обратной задачи.

18.02-01.35 Обратные задачи определения внешних источников в уравнении распространения продольных волн. *Намасареева Г.В. Сибирский журнал индустриальной математики.* 2016, 19, № 3, с. 28-40. Рус.

Рассматриваются обратные задачи для уравнения распространения продольных волн с условиями переопределения финального и интегрального типов. Основной целью исследования является доказательство существования регулярных решений обратных задач определения вместе с решением также неизвестных внешних источников. Один из предлагаемых подходов основан на сведении обратной задачи к интегро-дифференциальному уравнению.

18.02-01.36 Вихревое движение несжимаемой полимерной жидкости в цилиндрической приосевой зоне. *Блохин А.М., Семенко Р.Е. Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2018, № 2, с. 3-15. Рус.

Обсуждается нестационарная математическая модель, описывающая вихревое движение несжимаемой полимерной жидкости. В стационарном случае найдены некоторые частные решения. Приведен вывод варианта этой модели для случая стационарного давления вдоль оси цилиндра как для фиксированной, так и для свободной границы.

18.02-01.37 Фильтрационная консолидация при плоской деформации упругого полупространства. *Костерин А.В., Скворцов Э.В. Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2018, № 2, с. 99-104. Рус.

Исследован процесс фильтрационной консолидации упруго насыщенного полупространства в условиях плоской деформации под действием произвольной нормальной нагрузки на его поверхность при предположениях о несжимаемости жидкости и зерен скелета. Предложена новая математическая модель консолидации с использованием уравнения совместности. На ее основе найдены аналитические зависимости для суммы эффективных нормальных напряжений и давления жидкости. Полные нормальные напряжения выражены явно через эти зависимости.

18.02-01.38 Об асимптотическом поведении пакетов линейных волн в многомерном случае. эталонные решения. *Гневыхов В.Г., Бадулин С.И. Вестник МГУ. Серия 3: Физика. Астрономия.* 2017, № 4, с. 73-80. Рус.

Рассматривается классическая задача о распространении линейных волновых пакетов в диспергирующих средах. В терминах интегралов Фурье для волновых пакетов, имеющих в начальный момент времени гауссово распределение, построены асимптотики задачи Коши для случая двух пространственных измерений. Построенные асимптотики регулярны на каустике и описывают новые физические свойства пакетов — повороты в пространстве и формирование аномально слабо диспергирующего (квазидиспергирующего) волнового фронта.

Отражение, дифракция и рефракция волн

18.02-01.39 Дифракция упругих волн на приповерхностных трещинах. *Глушков Е.В., Глушкова Н.В., Шапарь Е.М. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины, 2003, с. 73-77. Рус.

Рассматривается задача о дифракции упругих волн на наклонной трещине, выходящей на поверхность полупространства.

18.02-01.40 Исследования волновых полей, дифрагированных тонкими упругими включениями при плоской деформации. *Литвин О.В., Попов В.Г. КОНСОНАНС-2007. Акустический симпозиум (25–27 сентября 2007 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины, 2007, с. 150-156. Рус.

18.02-01.41 Отражение и преломление гидроакустических волн на поверхности подвижного твердого тела. *Горбань И.И., Курской Ю.С. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября–01 октября 2009 г.)* Ки-

ев: Институт гидромеханики НАН Украины, 2009, с. 142-147. Рус.

Установлено, что отражение и преломление гидроакустических волн на плоской поверхности движущегося твердого тела не подчиняется классическому закону Снеллиуса. Получены аналитические выражения, описывающие в условиях движения тела углы и частоты отраженных и преломленных волн. Обнаруженные эффекты подтверждаются результатами компьютерного моделирования.

18.02-01.42 Принцип Гюйгенса и метод Зоммерфельда как более адекватная альтернатива представлению рассеянных полей в задачах дифракции волн на ограниченных препятствиях. *Апельцин В.Ф. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 9-я междунар. конф. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова, 2016, с. 58-61. Рус.*

18.02-01.43 Количественная оценка уровня бокового и заднего излучения фазированных антенных решеток методом дифракции Кирхгофа—Зоммерфельда. *Прилуцкий А.А. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 9-я междунар. конф. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова, 2016, с. 74-79. Рус.*

18.02-01.44 Асимптотическое представление решения задач дифракции на телах с коническими точками. *Ровенко В.В., Могилевский И.Е. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова, 2017, с. 79-81. Рус.*

В настоящее время весьма актуальны задачи дифракции на телах сложной формы, содержащих металлические и диэлектрические ребра, конические точки. Данная работа посвящена изучению краевых задач для эллиптических уравнений в областях, содержащих конические точки.

18.02-01.45 Особенности дифракции излучения на фрактальных нанодендритах. *Ружицкая Д.Д., Короленко П.В., Рыжикова Ю.В. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова, 2017, с. 81-84. Рус.*

Представлены результаты использования алгоритма построения нанодендритов, образующихся в процессе самоорганизации наночастиц. Проведен анализ влияния статистических параметров модельных представлений на геометрию образующихся структур. Установлена с использованием фрактальной параметризации закономерность, определяющая связь между структурными особенностями нанодендритных кластеров и картинами дифракции зондирующего излучения.

18.02-01.46 Отражение плоских волн от жесткой стенки и свободной поверхности в трансверсально-изотропной среде. *Аннин Б.Д., Остробаблин Н.И. Сибирский журнал индустриальной математики.* 2016, 19, № 1, с. 27-36. Рус.

Приведено представление общего решения двумерных уравнений динамики трансверсально-изотропной среды с условием Карриера—Гассмана через две разрешающие функции, удовлетворяющие двум отдельным волновым уравнениям. Решена задача отражения плоских волн от жесткой стенки и свободной поверхности. Найдены коэффициенты отражения и трансформации плоских волн. Из полученных формул следует решение и для изотропных сред. Рассмотрены особые случаи, когда формы (амплитуды) отраженных волн не определяются однозначно, а связаны линейным соотношением с формой падающей волны.

18.02-01.47 Экспериментальная оценка частотной зависимости коэффициента отражения звукопогло-

щающего материала при наклонном падении. *Белов А.А., Корольков А.И., Шанин А.В. Акустический журнал.* 2018. 64, № 2, с. 155-161. Рус.

Представлен метод экспериментального определения частотной зависимости коэффициента отражения звукопоглощающего материала при падении под углом. С помощью техники М-последовательности и монополюсного источника измеряются импульсные отклики вспененного меламина для разных углов падения акустической волны. Частотные зависимости коэффициента отражения, полученные при различных углах падения, сравниваются с зависимостями, теоретически рассчитанными по модели Био, и с зависимостями, полученными при помощи приближенного обращения интеграла Фурье—Бесселя.

18.02-01.48 Особенности отражения акустических волн от границы или слоя двухфазной среды. Губайдуллин Д.А., Федоров Ю.В. Акустический журнал. 2018. 64, № 2, с. 162-173. Рус.

Представлена математическая модель, определяющая наклонное падение акустической волны на границу, а также слой газонакапельной смеси или пузырьковой жидкости конечной толщины. Для случая падения низкочастотной акустической волны на границу раздела между чистым газом и газозвесью, а также на границу между чистой и пузырьковой жидкостью установлены основные закономерности отражения и прохождения волны. Установлен диапазон изменения объемных содержаний капель, в котором возможно нулевое значение коэффициента отражения на низких частотах при наклонном падении волны. Показано, что при углах падения волны выше 24.5° со стороны газонакапельной смеси на границу чистого газа коэффициент отражения никогда не будет равняться нулю, однако, если волна падает со стороны чистого газа на границу газозвеси, нулевое значение коэффициента отражения возможно для ненулевых углов падения и объемного содержания включений. Представлены результаты расчетов отражения акустической волны от слоя двухфазной среды конечной толщины. Установлено, что для границы или слоя газонакапельной смеси возможно появление минимума коэффициента отражения в зависимости от частоты возмущений и в определенном интервале углов падения волны, связанного в основном с различием плотностей газонакапельной смеси и чистого газа.

Рассеяние акустических волн

18.02-01.49 Боковое облучение мягкого конечного конуса плоской акустической волной. Куриляк Д.Б., Лисечко В.О. КОНСОНАНС-2015. Акустический симпозиум (29—30 сентября 2015 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2015, с. 129-134. Рус.

18.02-01.50 Численный анализ задачи рассеяния для цилиндрической оболочки с РЕМС-слоем. Лобанов А.В. Открытия и достижения науки. Сборник материалов международной научной конференции. Россия. Москва, 30—31 июля 2015 г. (Электронный ресурс). М.: РусАльянс Сова. 2015, с. 7-16. Рус.

Работа посвящена задаче маскировки для модели акустического рассеяния, описываемой двумерным уравнением Гельмгольца.

18.02-01.51 Оценки устойчивости решений обратных экстремальных задач для уравнения Гельмгольца. Алексеев Г.В., Лобанов А.В. Сибирский журнал индустриальной математики. 2013. 16, № 2, с. 14-25. Рус.

Исследуются обратные задачи для уравнения Гельмгольца, описывающего акустическое рассеяние на трехмерном включении. С помощью оптимизационного метода указанные задачи сводятся к обратным экстремальным задачам, в которых роль управлений играют переменный индекс рефракции и плотность граничных источников звукового поля. Доказывается разрешимость указанных задач и выводятся системы оптимальности, описывающие необходимые условия экстремума. На основе их анализа устанавливаются достаточные условия на исходные данные, обеспечивающие единственность и устойчивость оптимальных решений.

18.02-01.52 О рассеянии звука на неупругом шаре

произвольного радиуса. фактор эффективности рассеяния. *Шарфарез Б.П. Науч. приборостр.* 2018. 28, № 1, с. 53-60. Рус.

Рассматривается рассеяние акустической волны на одиночном неупругом жидком шарике. Для вывода необходимых выражений используется математическая техника, характерная для теории рассеяния частиц. Приводятся выражения для поля и амплитуды рассеяния шарика, а также адаптированный к акустическому случаю принятый в оптике интегральный параметр рассеивателя — фактор эффективности рассеяния. Полученные результаты для одиночного включения при определенных условиях легко распространяются на ансамбли частиц, а фактор рассеяния может быть полезен при оценке суммарной интенсивности рассеянного поля при наличии в среде большого числа хаотично взвешенных включений. Приведены примеры расчета фактора эффективности рассеяния для конкретных параметров, которые сравниваются с оптическими аналогами. Полученные результаты могут быть полезны в теории и практике радиационного давления звука на ансамбли частиц.

18.02-01.53 Рассеяние акустического поля на рефракционно-плотностных неоднородностях малого волнового размера и решение прямой задачи рассеяния в неоднородной среде. Дмитриев К.В. Акустический журнал. 2018. 64, № 2, с. 125-138. Рус.

Рассмотрено рассеяние акустических волн на неоднородностях малого волнового размера с помощью аппарата матричных функций Грина, который позволяет единообразно учесть как рефракционную, так и плотностную составляющие неоднородности. Приведены оценки мультипольных компонентов поля, рассеянного нерезонансной неоднородностью. При малых ее размерах достаточно рассмотреть только рассеяние монопольного и дипольного типов. Данные выводы подтверждаются анализом поля, рассеянного круговым цилиндром малого волнового радиуса. Полученные результаты используются при численном решении уравнения типа Липпмана—Швингера. Приводится вид дискретизированной матричной функции Грина при одинаковых значениях пространственных аргументов. Она позволяет учитывать процессы многократного рассеяния внутри каждого элемента дискретизации, имеющего малый волновой размер. Ее использование автоматически приводит к выполнению соотношений между фазой и амплитудой вторичных источников акустического поля.

См. также **18.02-01.42**

Упругие волны в твердых телах

18.02-01.54 Особенности распространения волн в полуграниченных упругих телах с естественной и наведенной анизотропией. Белоконь А.В., Белоконь О.А., Волгова А.И., Наседкин А.В. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1—3 октября 2003 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 24-29. Рус.

Дан обзор проведенных за последние годы исследований авторов в области динамических задач теории упругости с осциллирующими и подвижными источниками волн для изотропных и анизотропных сред. Для задач о распространении волн в полуграниченных анизотропных упругих средах с подвижными осциллирующими источниками волн изучены свойства плоских волн и их характеристических поверхностей. Получены интегральные представления фундаментальных решений, а также формулы, описывающие кинематику и энергетику фундаментальных решений в дальнем поле. Изучены спектральные задачи на сечении для неоднородной упругой полосы при подвижных осциллирующих источниках. Осуществлен переход от классической постановки задачи к обобщенной. Для численного решения обобщенной квадратичной спектральной задачи использован метод конечных элементов. Для задач об установившихся колебаниях упругой анизотропной неоднородной полуплоскости разработана методика построения разрезов в комплексной плоскости параметра преобразования Фурье. Проведен анализ кинематики и энергетики волновых полей в анизотропной полуплоскости, полосе и составной полуплоскости при различных типах нагрузки. Изучены аналогичные задачи для

изотропных сред в трехмерной постановке.

18.02-01.55 Нормальные электроупругие волны в слое произвольного среза пьезокристалла кварца. *Сторожнев В.И., Бай А.В. КОНСОЛАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 252-257. Рус.

Ранее были рассмотрены вопросы построения и исследования дисперсионных уравнений, описывающих полные спектры нормальных электроупругих волн в отнесенных к кристаллографическим координатам трехмерных пьезокристаллических пластинах орторомбической системы в пластинах из АТ-, GT-, NT-срезов пьезокристалла α -кварца. В настоящей статье описана процедура построения и численно-аналитического исследования дисперсионного уравнения для пластины из произвольного среза пьезокристалла любой кристаллографической системы и представлена ее численная реализация применительно к пластине VT-среза пьезокристалла α -кварца.

18.02-01.56 Нормальные волны в свободном анизотропном слое, лежащем на жестком основании. *Шпак В.А. КОНСОЛАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 275-280. Рус.

Построено общее и специальные дисперсионные соотношения, определяющие поведение полного спектра нормальных волн в существенно анизотропном слое, лежащем на жестком основании и свободной внешней плоскостью, при изменении направления распространения волн между осями упругой симметрии. Двухпараметрическое исследование характеристического уравнения возникающей однородной спектральной задачи позволяет прогнозировать качественное поведение полного спектра нормальных волн в широком диапазоне изменения основных своих параметров (круговой частоты и волнового вектора) и разработать устойчивые численные процедуры количественного анализа. Проведено сравнительное описание дисперсионного спектра в слое со смешанными и симметричными краевыми условиями первого и второго рода. Рассмотрены предельные свойства нормальных волн в коротковолновом диапазоне, построены их кинематические и энергетические характеристики. Обнаружен новый вид локализации упругой энергии в срединной части плоскопараллельного волновода.

18.02-01.57 Влияние радиуса вершины трещины продольного сдвига на структуру оперения. *Гольдштейн Р.В., Осипенко Н.М. Известия РАН. Механика твердого тела.* 2018, № 1, с. 19-31. Рус.

Проведен анализ начальной фазы развития трещин оперения в окрестности вершины магистрального продольного сдвига. На модельных материалах экспериментально показано, что параметры трещин и расстояние между ними по фронту сдвига в первичной эшелонированной структуре хрупкого разрушения связаны с величиной радиуса вершины сдвига линейной зависимостью. Предложена модель развития первичной эшелонной структуры вдоль фронта магистрального продольного сдвига.

18.02-01.58 Об эффектах положения равновесия и циклической частоты колебаний твердого тела в жидкости. *Сенницкий В.Л. Сибирский журнал индустриальной математики.* 2009. 12, № 4, с. 120-127. Рус.

Рассмотрена задача о вращательных колебаниях неоднородного твердого тела произвольной «гладкой» формы в идеальной жидкости в присутствии поля тяжести. Обнаружены новые гидромеханические эффекты: в результате перераспределения массы тела происходит изменение положения устойчивого равновесия тела с сохранением неизменной циклической частоты его колебаний и, наоборот, изменение циклической частоты колебаний тела с сохранением неизменным положения его устойчивого равновесия.

18.02-01.59 К распространению возмущений по несжимаемой упругой среде с разномодульным сопротивлением сдвигу. *Дудко О.В., Лаптева А.А. Сибирский журнал индустриальной математики.* 2013. 16, № 1, с. 21-28. Рус.

Изучаются особенности распространения граничных возмущений в разномодульной несжимаемой упругой среде, по-

разному сопротивляющейся сдвиговым нагрузкам, приложенным в противоположных направлениях. Для случая плоских волн решены одномерные краевые задачи об ударном сдвиге на границе полупространства. Показано, что в кусочно-линейной разномодульной несжимаемой упругой среде могут возникать нелинейные волновые процессы (сильные и слабые разрывы, движущиеся, как жесткое целое, слой).

См. также **18.02-01.30**

Отражение, дифракция, рассеяние упругих волн

18.02-01.60 Аксиально-симметричные рефлекторы компактного полигона — приложение метода аналитической регуляризации. *Панин С.В., Тучкин Ю.А., Поединчук А.Е., Унал И. Акустический журнал.* 2018. 64, № 2, с. 146-154. Рус.

Проведен анализ и оптимизация аксиально-симметричного рефлектора со смешанно-закругленным краем для компактного полигона в строгой постановке задачи дифракции. Соответствующая краевая задача дифракции решена на основе метода аналитической регуляризации, который сводит задачу к операторному уравнению второго рода, что гарантирует численно устойчивое и эффективное решение. Распределение поверхностной плотности, поле на апертуре и в ближней зоне получены и проанализированы для различных типов округления края рефлектора. Кроме того, была использована "смешивающая" функция обеспечивающая бесконечную гладкость контура в месте состыковки параболической части рефлектора и его закругленного края. В строгой постановке задачи дифракции реализована процедура определения оптимального края посредством минимизации отклонения от плоской волны.

Стоячие волны, резонанс, нормальные моды

18.02-01.61 Экспериментальное изучение эффективности преобразования энергии резонансных колебаний пьезокерамического стержня с разрезными электродами при управляемом электрическом возбуждении. *Андрущенко В.О., Борисейко О.В., Немченко Д.С., Улітко І.А. КОНСОЛАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября—01 октября 2009 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 38-43. Рус.

18.02-01.62 Экспериментальное изучение скважинного акустического излучателя с кольцом в длинной цилиндрической камере. *Абдрашитов А.А., Марфин Е.А., Чачков Д.В. Акустический журнал.* 2018. 64, № 2, с. 241-249. Рус.

Выполнено экспериментальное исследование генерации колебаний давления в модели скважинного акустического излучателя с кольцом, которое перемещалось внутри цилиндрической камеры. Изучена возможность сохранения короткой струи при увеличении длины камеры резонатора. Рассмотрено влияние длины струи, задаваемой интервалом между соплом и кольцом, на частоту и интенсивность генерации. Отмечено постоянство резонанса камеры на частоте собственных колебаний, вне зависимости от длины и скорости струи. Даны рекомендации по выбору длины камеры и связанной с ней частоты генерации.

См. также **18.02-01.56**

Волноводы, волны в трубах и направляющих системах

18.02-01.63 Звуковые поля в нерегулярных волноводах. *Мацыпура В.Т. КОНСОЛАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 131-135. Рус.

Волноводные системы с неоднородностями находят широкое применение в акустических и радиоэлектронных устройствах. Если теория одномерных волноводов хорошо развита, а для волноводов, у которых характерные размеры велики по сравнению с длиной волны, можно использовать методы геометри-

ческой теории дифракции, то теория волноводов с неоднородностями, когда характерный размер сравним с длиной волны, развита слабее. Вместе с тем оказалось, что этот диапазон изменения волновых размеров богат различными волноводными эффектами. Решение такого рода задач можно построить на базе метода частичных областей с его дальнейшим развитием в плане использования нескольких систем координат и продолжения граничных условий на нефизические участки границы.

18.02-01.64 Распространение волн давления в многослойных трубках из вязкоупругого материала заполненных вязкой несжимаемой жидкостью. Кизилова Н.Н. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 203-208. Рус.

Pressure wave propagation in the multilayered thick-walled viscoelastic tubes filled with a homogeneous viscous liquid is investigated. The asymptotic analysis of pressure and velocity fields in the liquid and the displacements and pressures in the layers when both the radius to length and the radial displacement to the radius ratios are small is carried out. The solution of the problem, correct to second order small variable, is obtained. The influence of the viscosity of the liquid, elasticity and viscosity of the wall material and thicknesses of the layers on the strain-stress state of the wall and the flow rate in the tube is analyzed. It is shown that the material parameters define the flow rate through the tube and the shear stress at the inner wall of the tube significantly. The problem is related to the pulse wave propagation in the arterial beds. It is shown that when the real multilayered structure of the arterial wall and difference of the mechanical properties and thicknesses of the layers are taken into account the more refined data on the shear stress, which is a very important factor of the atherosclerosis, can be obtained.

18.02-01.65 Акустическая модель конвертера. Тучина У.Н., Тучин В.Т., Сокол Г.И. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 291-295. Рус.

Основным и решающим фактором продувки в кислородных конвертерах является взаимодействие струи кислорода с жидким металлом и шлаком. Характер этого взаимодействия определяет практически все процессы, протекающие в ванне конвертера — скорость окисления отдельных элементов, уровень окисленности металла и шлака, соотношение компонентов в составе отходящих газов, тепломассообмен в процессе выплавки металла. В настоящее время принципы организации дутьевого режима являются одинаковыми для конвертеров самой различной ёмкости, хотя ёмкость их отличается на порядок и выше. При этих условиях уменьшение относительного количества циркулирующего металла с увеличением ёмкости неизбежно. Циркуляция определяет в значительной мере скорость процессов переноса, в частности скорость реакции углерода с кислородом. Физико-химические превращения, происходящие в сталеплавильной ванне, представляют сложный гетерогенный процесс, включающий в себя несколько стадий. Суммарная скорость этого процесса определяется скоростью наиболее медленных стадий. Так как относительно медленным обычно является процесс подвода-отвода реагентов от места реакции, то результирующая скорость процесса чаще всего лимитируется скоростью переноса. В этом случае перемешивание металла влияет на общую скорость гетерогенного превращения. Что подтверждает актуальность выбранной темы исследований. Целью настоящей работы является разработка акустической модели конвертера для определения параметров влияющих на циркуляцию и перемешивание металла. Ранее авторами разработана гидродинамическая модель ванны металла, но колебательный процесс при этом не учитывался. Рассмотрена модель перемешивания ванны металла за счет движения пузырьков, что характерно только для высоких частот. Представлены измерения внешнего шума в цехах предприятий черной металлургии. Зафиксировано, что в спектре шума преобладают инфразвуковые составляющие. На рост уровней инфразвука при продувке конвертера влияние оказывает факт воздействия мощной струи кислорода, направленной в замкнутую полость конвертера, имеющую резонансные свойства. Авторы предполагают, что источником колебаний является система "струя+жидкий

металл" но теоретическая модель процесса не представлена. Моделированы реакции между кислородом и каплями металла при пульсирующем дутье в ходе конверторной плавки. Отмечено, что при пульсирующем дутье имеет место более полное использование кислорода для первичных реакций кислород-примеси металлического расплава. Для интенсификации процесса выплавки авторы применяли акустические колебания на ультразвуковой частоте. Физическая и математическая модели интенсификации процесса путем воздействия на расплав акустических колебаний не разработаны.

18.02-01.66 Особенности локализации волновых движений в упруго-жидкостных цилиндрических волноводах из мягкого материала. Гринченко В.Т., Комиссарова Г.Л. КОНСОНАНС-2007. Акустический симпозиум (25–27 сентября 2007 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2007, с. 66-73. Рус.

В заполненном и окруженном жидкостью цилиндре из податливого материала исследованы свойства волн, неподверженных радиационному демпфированию. Анализ дисперсионных характеристик волн в этой волноводной системе показал, что в ней кроме первых двух волн с нулевыми частотами записания существуют незатухающие волны высших порядков. Первые две незатухающие волны с увеличением волнового числа трансформируются в волны Стоунли вблизи внешней и внутренней поверхностей цилиндра. Фазовые скорости волн Стоунли значительно меньше скорости звука в жидкости. Фазовые скорости незатухающих волн высших порядков с увеличением волнового числа стремятся к скорости волны сдвига материала цилиндра. Проведен анализ кинематических и энергетических характеристик незатухающих волн. Для податливого материала цилиндра волновое возмущение, соответствующее волне Стоунли, в равной мере охватывает упругую и жидкую составляющие волновода. Для незатухающих волн высших порядков волновое возмущение практически полностью сосредоточено в упругом цилиндре.

18.02-01.67 Волновое поле цилиндрического волновода, заполненного жидкостью и окруженного упругой средой, генерируемое источником на его поверхности. Гринченко В.Т., Комиссарова Г.Л. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября–01 октября 2009 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 148-153. Рус.

Эксплуатация трубопроводов сопровождается образованием различного типа дефектов. Обусловлено это тем, что перекачка по трубопроводу жидкости приводит к образованию газонасыщенной среды. Пузырьки газа являются источником кавитации при возникновении зон разрежения. В этих зонах в трубопроводе могут развиваться откольные явления с образованием больших кавитационных полостей, отверстий и трещин. При вытекании газонасыщенной среды через отверстие пузырьки газа лопаются, создавая звуковое поле в трубопроводе. Для интерпретации звуковых полей, зафиксированных приборами неразрушающего контроля и диагностики, необходимо иметь числовые данные о характеристиках волновых полей в зависимости от типа дефекта и его расположения. Сложность решения этих задач существенно возрастает, в случае контакта трубопровода с окружающей средой и учете излучения энергии в среду. В этом случае дисперсионное уравнение волноводной системы становится комплексным. 1. Разработана методика определения волнового поля гармоническим точечным источником в составном цилиндрическом волноводе, заполненном жидкостью и окруженного упругой средой при учете излучения энергии в окружающую среду. 2. Показано, что в случае упругой окружающей среды, которая соответствует песчано-глинистым породам, волновое поле условно можно разбить на два этапа: быстрого уменьшения амплитуды колебаний и установившихся колебаний. С увеличением частоты источника длина первого этапа существенно уменьшается, а на втором этапе уменьшается длина волны. 3. Волновое поле рассматриваемого составного цилиндрического волновода существенно зависит от угловой координаты. 4. Определение места расположения дефекта на поверхности трубопровода является более сложной задачей в случае окружающей упругой среды по сравнению со случаем среды.

18.02-01.68 Изменение огибающей шумового спектра на различных этапах эксплуатации трубопроводов. *Дивизинюк М.М., Лягов М.А., Чугалева А.В., Гончаренко Ю.Ю., Смычков Е.Е., Ожиганова М.И. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября—01 октября 2009 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 154-157. Рус.

Рассматриваются результаты натуральных экспериментов, выполненных во время эксплуатации трубопроводов различного сечения (диаметра). Показано, что при одних и тех же нарушениях эксплуатации, а именно капальное протекание, образование свищей и трещин в трубопроводах аналогичных образом изменяет огибающую шумового спектра, регистрируемого пьезоэлектрическими преобразователями (датчиками) с поверхности трубопроводов на различных этапах эксплуатации. Как известно, одним из методов контроля состояния технических агрегатов являются акустико-эмиссионные методы. Они являются активными методами неразрушающего контроля, при этом происходит излучение акустического сигнала, и по его изменению судят о целостности конструкции, скрытых дефектах и т.д. Суть метода, применяемого в данной работе, состоит в том, что анализируются шумовые спектры работающих механизмов, и по их изменению судят о работоспособности всего агрегата. Подобный метод применяется при эксплуатации турбинных установок самого различного назначения. В данном случае анализируется работоспособность (целостность) трубопроводных соединений на различных этапах эксплуатации. Экспериментально были рассмотрены две зависимости: изменение огибающей шумового спектра в зависимости от давления рабочей жидкости, и в зависимости от герметичности трубопроводной конструкции.

18.02-01.69 Стабилизация потоков жидкости в многослойных трубах из вязкоупругих материалов. Stabilization of the fluid flows in the multilayered tubes from viscoelastic materials. *Kizilova N.N., Klepikov V.F., Hamadiche M. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября—01 октября 2009 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 201-206. Англ.

Stability of the incompressible fluid flow through a thick-walled multilayered anisotropic viscoelastic tube is studied. Both steady laminar and turbulent basic flows are considered. The temporal and spatial eigenvalues of the system are found. Influence of the material parameters of the layers and the Reynolds number on the spatial and temporal amplification rate of the most unstable mode is investigated. It is shown that the absolute instability of the system can be converted into a convective instability, and in some cases the system can be stabilized by an appropriate choice of the rheological parameters. The results can be applied to the blood flow in vessels and fluid flows in compliant tubes of biomedical and technical devices, for damping the undesirable solid vibrations and noise shielding.

18.02-01.70 Влияние массово-геометрических характеристик системы упругий трубопровод—жидкость на переходные процессы в трубопроводе при продольных динамических ударных нагрузках. *Коваленко А.П. КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1—2 октября 2013 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 113-119. Рус.

Трубопроводные системы широко представлены в различного типа технических устройствах. Зачастую такие системы подвержены различного рода динамическим нагрузкам, в том числе и продольным ударным нагрузкам. Поэтому актуальным является исследование переходных процессов в таких системах при продольных ударных нагрузках. При определенных ограничениях трубопроводы можно рассматривать как полубесконечные цилиндрические оболочки с жидкостью. При этом необходимо построить механическую и математическую модели; выявить характерные параметры для исследуемой гидроупругой системы; разработать метод решения и исследовать влияние характерных величин на переходные процессы в такой гидроупругой системе. Зачастую исследование переходных процессов в трубопроводах с жидкостью сводится к поиску решений сложных систем уравнений математической физики при определенных начальных и граничных усло-

виях. При этом актуальным есть построение эффективных подходов к изучению переходных процессов в таких гидроупругих системах при определенных ограничениях на систему. Активные исследования в этой области проводятся на протяжении последних десятилетий. В работах рассматриваются различные модели и методы решения. Рассматриваются, как правило, приближенные модели оболочек. Одной из распространенных является модель типа Тимошенко. Рассматриваются задачи как в нелинейной так и в линейной постановке. Для исследования переходных процессов зачастую достаточно ограничиться линейной постановкой задачи. Анализ публикаций показывает, что приемлемую точность решения дают приближенные методы решения задачи о переходных процессах в оболочке в линейной постановке (метод Бубнова—Галеркина, метод итераций, численное обращение интегрального преобразования Лапласа—Карсона). В работе ставится цель выявить характерные массово-геометрические характеристики рассматриваемой механической системы, построить адекватную математическую модель исследования переходных процессов в системе упругий трубопровод—жидкость и изучить влияние массово-геометрических характеристик системы при продольном ударном нагружении, используя линейные уравнения движения оболочек по модели Тимошенко и акустическое приближение для жидкости, разработать подход к изучению переходных процессов в данной гидроупругой системе при продольном ударном нагружении.

18.02-01.71 Нормальные волны криволинейного волновода. *Маципура В.Т., Трунов О.О. КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1—2 октября 2013 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 207-211. Рус.

Дано решение задачи распространения звуковых волн в криволинейном волноводе как для случая идеально мягких границ, так и для идеально жестких.

18.02-01.72 Линеаризация математической модели исследования переходных процессов в трубопроводе с жидкостью при продольных динамических нагрузках. *Коваленко А.П. КОНСОНАНС-2015. Акустический симпозиум (29—30 сентября 2015 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2015, с. 104-109. Рус.

Зачастую трубопроводные системы с жидкостью подвержены различного рода динамическим нагрузкам, в том числе и продольным динамическим (и ударным) нагрузкам. Поэтому актуальным является исследование переходных процессов в таких системах при таких нагрузках. Математическое моделирование таких гидроупругих систем может снизить аварийность и позволит более тщательно учитывать взаимодействие элементов таких систем при указанных нагрузках. При определенных ограничениях трубопроводы можно рассматривать как полубесконечные цилиндрические оболочки с жидкостью. При этом необходимо построить механическую и математическую модели; выявить характерные параметры для исследуемой гидроупругой системы; разработать метод решения и исследовать влияние характерных величин на переходные процессы в такой гидроупругой системе. Зачастую исследование переходных процессов в трубопроводах с жидкостью сводится к поиску решений сложных систем уравнений математической физики при определенных начальных и граничных условиях. При этом актуальным есть построение эффективных подходов к изучению переходных процессов в таких гидроупругих системах при определенных ограничениях на систему. Вследствие сложности постановки начально-краевой задачи (в общем случае нелинейной) актуальным становится вопрос упрощения математической модели без существенной потери качества исследований. Исследования в этой области проводятся на протяжении последних десятилетий. В работах рассматриваются как правило цилиндрические оболочки с жидкостью. Одной из распространенных является модель типа Тимошенко для оболочки и рассмотрение жидкости в акустическом приближении. Рассматриваются задачи как в нелинейной, так и в линейной постановке. Для исследования переходных процессов зачастую достаточно ограничиться линейной постановкой задачи. Анализ публикаций показывает, что приемлемую точность решения дают приближенные методы решения задачи о переходных процессах в оболочке с жидкостью в линейной поста-

новке и рассмотрение жидкости в акустическом приближении. Целью работы является построение линеаризованной математической модели для исследования переходных процессов в механических системах цилиндрическая оболочка—жидкость при продольном динамическом нагружении. При этом линеаризованная математическая модель должна отображать все основные качества математической модели в нелинейной постановке.

18.02-01.73 Статистический анализ физических моделей акустических сигналов утечки жидкости в трубопроводе. Красильников А.И., Березун В.С., Полюбок Т.А. *КОНСОНАНС-2015. Акустический симпозиум (29–30 сентября 2015 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2015, с. 116-121. Рус.

Акустическое контактное течение находит широкое применение для обнаружения и локации течи в металлических трубопроводах теплоэнергетического оборудования без вывода их из эксплуатации. Обнаружение утечек жидкости основано на измерении и анализе вероятностных характеристик акустического сигнала утечки, среди которых в настоящее время используются, как правило, дисперсии, корреляционные и спектральные функции. Повышение чувствительности и достоверности контроля и диагностики трубопроводов возможно при использовании в качестве диагностических характеристик и параметров более полных вероятностных характеристик акустического сигнала утечки. При этом возникает задача исследования влияния известных характеристик объекта диагностирования — размера и формы течи, давления и скорости движения воды в трубе, состояния трубопровода и пр., на вероятностные характеристики акустического сигнала утечки. Сложность и многообразие физических процессов возникновения и распространения акустических сигналов утечки ограничивают возможности аналитических методов решения этой задачи. В связи с этим для анализа информативности вероятностных характеристик акустического сигнала утечки представляется целесообразным использовать экспериментальные методы. В настоящее время экспериментальные исследования акустических сигналов утечки жидкости ограничиваются анализом спектральных и корреляционных функций, причем зависимости этих функций от изменения давления в трубе и диаметра течи изучены недостаточно. Целью данной работы является статистический анализ в низкочастотной области зависимости плотности вероятностей, кумулянтных, спектральных и корреляционных функций сигналов утечки от изменения давления и диаметра течи. На установке для физического моделирования осуществлена имитация утечек жидкости в трубопроводе при различных параметрах — давлении в трубопроводе и диаметре течи. Проведено статистическое оценивание вероятностных характеристик полученных сигналов утечки — кумулянтов, плотностей вероятностей, спектральных плотностей, корреляционных функций. Проанализирована связь между параметрами течи и вероятностными характеристиками сигналов утечки.

18.02-01.74 Собственные колебания трубопровода на упругом основании, транспортирующего жидкость. Акуленко Л.Д., Гавриков А.А., Нестеров С.В. *Известия РАН. Механика твердого тела.* 2018, № 1, с. 123-133. Рус.

Исследуются изгибные свободные колебания лежащего на упругом основании трубопровода, транспортирующего идеальную жидкость. Разработан численно-аналитический метод нахождения собственных частот и форм колебаний трубопровода, позволяющий определять собственные частоты и формы в том случае, когда натяжение или сжатие (продольная сила, действующая вдоль оси трубопровода), диаметр трубы, а следовательно и скорость транспортируемой несжимаемой жидкости, являются произвольными функциями продольной координаты, отсчитываемой вдоль оси трубы. Проведен расчет низших собственных частот для тестовых функций, выражающих переменную упругость подложки.

18.02-01.75 Распределенные вычисления в задачах активной минимизации звука в двумерном многомодовом волноводе. Алексеев Г.В., Комашинская Т.С., Синько В.Г. *Сибирский журнал индустриальной математики.* 2004. 7, № 2, с. 9-22. Рус.

Формулируются задачи активной минимизации звука в двумерном многомодовом волноводе. Предлагается метод решения, основанный на введении соответствующего функционала качества, отвечающего рассматриваемой задаче, и нахождения его условного минимума с использованием свойств решения уравнения Гельмгольца. Развиваются эффективные численные алгоритмы решения указанных задач, основанные на использовании суперкомпьютерных технологий и распределенных вычислений. На основе вычислительных экспериментов, проведенных в широком диапазоне изменения основных параметров волновода, выявляются эффективные механизмы управления акустическими полями в двумерных волноводах.

18.02-01.76 Автоколебания в распределенной модели трубы Рийке. Басов Б.И., Гоцуленко В.В. *Сибирский журнал индустриальной математики.* 2011. 14, № 4, с. 3-13. Рус.

Рассмотрена труба Рийке как распределенная автоколебательная система. Теоретически проанализированы условия самовозбуждения, получены соотношения, определяющие амплитуду установившихся автоколебаний, а также исследован характер их устойчивости. В основу исследований положены ранее обоснованные механизмы отрицательных сопротивлений — вязкостного по длине трубы и теплового, являющегося местным гидравлическим сопротивлением зоны теплоподвода.

18.02-01.77 Сохранение частот колебаний трубы с жидкостью. Сафина Г.Ф. *Сибирский журнал индустриальной математики.* 2012. 15, № 3, с. 124-134. Рус.

Рассмотрены прямая и обратная задачи по изгибным колебаниям узкой трубы с несжимаемой жидкостью. Приведены результаты исследований влияния параметров жидкости на значения собственных частот ее колебаний. Поставлена и решена задача сохранения заданных частот колебаний трубы с жидкостью. Получен алгоритм определения упругих закреплений трубы, сохраняющих безопасные частоты колебаний при изменениях параметров жидкости. Показано, что для сохранения частот колебаний трубы при изменениях параметров жидкости достаточно провести соответствующие изменения в параметрах упругих закреплений трубы. Приводятся примеры.

См. также **18.02-01.23**

Переходное излучение и рассеяние

18.02-01.78 Об одном корректном решении физических проблем подвижных проницаемых границ для волнового управления. Крутиков В.С. *КОНСОНАНС-2007. Акустический симпозиум (25–27 сентября 2007 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2007, с. 121-126. Рус.

Авторскими методами обратных задач с учетом взаимодействия нелинейных аргументов получены точные аналитические решения волнового уравнения в областях с подвижными границами для общего случая произвольных законов изменения скорости, величин перемещений, начального радиуса и трех видов симметрии. Решения универсальны, пригодны для обратных и прямых задач. Впервые предложены способы преодоления некорректности (многозначности) при определении функций управления волновыми процессами по заранее заданным, исходя из технологических потребностей, функциям воздействия в точке волновой зоны.

18.02-01.79 Об одном новом способе корректного решения физических проблем управления волновыми процессами в областях с подвижными границами. Крутиков В.С. *КОНСОНАНС-2015. Акустический симпозиум (29–30 сентября 2015 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2015, с. 122-128. Рус.

Методами обратных задач с учетом взаимодействия нелинейных аргументов впервые корректно (однозначно) получены функции управления волновыми процессами в областях с подвижными границами, с нелинейными условиями и подвижными границами, с нелинейными условиями на подвижных границах.

Излучение источников, импеданс, картины полей

18.02-01.80 К расчету поля локального источника в упругом изотропном слое. *Галаненко В.Б., Галаненко Д.В. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 43-48. Рус.

При исследовании акустической эмиссии в упругом слое наблюдаемые сигналы имеют весьма сложную структуру вследствие особенностей передачи импульсов волноводными модами Лэмба. Для того, чтобы облегчить интерпретацию наблюдаемых временных зависимостей, был предпринят ряд теоретических исследований. В расчётах использовалось как лучевое, так и модовое представление поля упругих волн. Вслед за работой Burrige R., Knopoff L. Body force equivalents for seismic dislocations. *Bull. Seism. Soc. Am.*, v. 54, 1964, pp. 1875-1914, источник сигналов акустической эмиссии моделировался сосредоточенной силой (в частности, поперечной к слою), либо комбинацией различно ориентированных сосредоточенных сил. Наиболее полная теория возбуждения слоя объёмными силами (при модовом описании) представлена в статье Свиридов Ю.Б. О построении динамического тензора Грина для твёрдого слоя (*Акуст. ж.*, т. 21, 1985, в. 2, с. 246-254). Можно, однако, представить и другие модели источника эмиссии, как-то: в виде спонтанного изменения плотности (источник дилатации) или спонтанного вращения (источник ротации). Данная работа посвящена рассмотрению сигналов, соответствующих таким источникам (включая и динамические источники). Уравнение Ламэ (по смыслу его вывода) не предполагает учёта иных сторонних воздействий, кроме сторонних сил, распределённых в объёме среды. Источники дилатации и ротации можно ввести, если, заменить уравнение Ламэ эквивалентной системой дифференциальных уравнений относительно компонент четырёхмерного вектора, составленного из горизонтального и вертикального смещений частиц среды, дивергенции и ротации. Такое описание пригодно при рассмотрении двумерного движения типа P и SV волн в произвольной системе ортогональных координат. Требование двумерного характера движения сужает возможности данного подхода на рассмотрение только лишь таких источников, которые генерируют осесимметричное поле упругих волн в слое: вертикальные или радиальные силы, сторонние дивергенция или ротация, равномерно распределённые на поверхности вертикального цилиндра конечного радиуса и высоты (предельным переходом эти источники переводятся в точечные). Предметом работы является вычисление спектральных и временных характеристик сигналов, инициированных в упругом слое воздействиями в виде коротких импульсов. Расчёт временной зависимости сигнала на выходе пьезоэлектрического приемника производится в два этапа. На первом рассчитывается спектр сигнала в виде суммы вкладов распространяющихся (для фиксированного частотного диапазона) цилиндрических волн Лэмба. На втором этапе рассчитывается временная структура сигнала с помощью преобразования Фурье от выражения с этими волнами.

18.02-01.81 К расчету пространственной структуры поля наклонного пьезоэлектрического преобразователя. *Галаненко В.Б., Галаненко Д.В. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 56-61. Рус.

Одним из наиболее распространённых типов пьезоэлектрических преобразователей (ПЭП) являются призматические наклонные ПЭП, служащие для генерирования сдвиговых волн с вертикальной поляризацией. В настоящее время достаточно хорошо изучены параметры дальнего поля (характеристики направленности) призматических ПЭП с круглой пластиной. Ближнее поле призматических ПЭП (в том числе ПЭП с прямоугольной пьезопластиной) исследовано недостаточно. Представления о его структуре базируются в основном на приближённой модели «мнимого» источника, которым заменяют реальную пьезопластину. Так как структура поля ПЭП как в дальней, так и в ближней зоне важна для разработки и применения устройств акустического неразрушающего контроля, то расчёты пространственного распределения амплитуды коле-

баний частиц среды, не связанные с представлениями о «мнимом» источнике, представляют практический интерес. В работе исследуется поле призматического преобразователя с пластиной произвольной (в частности: прямоугольной) формы при тональном возбуждении.

18.02-01.82 Метод фантомов в теории антенных решеток. *Глазьев В.И., Зацерковский Р.А., Смирдович О.В. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 67-72. Рус.

Рассмотрены вопросы пространственной обработки сигналов в антенных решетках с фантомными приемниками и лучами, образованными интерполяцией выходных сигналов физических приемников и предварительно сформированных характеристик направленности. Метод может найти применение в радиолокации, акустике, геофизике при синтезе антенных устройств и управлении параметрами характеристик направленности в процессе работы.

18.02-01.83 Эффекты физической нелинейности и термомеханической связанности при резонансных колебаниях балки с пьезоактивными слоями. *Жук Я.О. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 89-94. Рус.

18.02-01.84 Акустический хаос в бесконечном полупространстве, порожденный эффектом Зоммерфельда—Кононенко. *Краснопольская Т.С. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 101-106. Рус.

Под эффектом Зоммерфельда—Кононенко понимают совокупность специфических явлений, обусловленных взаимодействием механизмов возбуждения (источников энергии) и колебательной нагрузки. Особенно существенна его роль в тех случаях, когда мощность механизма сопоставима с мощностью, потребляемой нагрузкой на внутреннем демпфировании. Это — случай, так называемой, «ограниченной» мощности механизма или неидеального источника энергии, когда нагрузка находится под «ограниченным» (неидеальным) возбуждением. Известно, что все машины излучают акустическую энергию, т. е. являются источниками шума. Как правило, на практике этот фактор рассматривается как нежелательный и вредный. Более того, в некоторых случаях потеря энергии на излучение звуковых и упругих волн в окружающих объектах может оказываться существенной для динамики самих машин и механизмов. Характерные особенности ограниченного возбуждения гидроупругих систем, где существенная доля использованной энергии транспортируется волнами, были изучены ранее, в которых рассматривались колебания бесконечной пластины в контакте с акустической средой, при возбуждении пластины в некоторой точке или вдоль прямой. Условие ограниченности мощности механизма приводит к тому, что его динамика начинает зависеть от поведения нагрузки, а с математической точки зрения описывается неполной системой уравнений. Замыкание указанной системы осуществляется добавлением уравнения, представляющего поведение нагрузки. Вследствие этого размерность математической модели увеличивается. Известно, что увеличение порядка совокупной математической модели может быть решающим фактором, делающим возможным появление хаотических режимов. В общем случае, хаос может появляться в решениях гладких (дифференцируемых) систем нелинейных уравнений третьего или более высоких порядков. В этом случае механизм не просто количественно «чувствует» эффект нагрузки, но его функционирование может происходить согласно качественно иным законам. До обнаружения хаоса в детерминированных системах при построениях математических моделей различных физических процессов обычно использовался принцип редукции, т. е. деления всего процесса на части и анализа каждой подсистемы в отдельности. Существование хаотических режимов привело к пониманию того, что полная, сложная система может иметь сложный режим поведения именно вследствие взаимодействия между несколькими компонентами. В ранних работах рассматривались условия возникновения хаоса при взаимодействии между механизмом и вибрационными

системами. Рассматривается двигатель ограниченной мощности с эксцентриком, установленный на фундаменте. Фундамент моделируется одностепенной упругой системой — нелинейной пружиной. Последняя соединена с бесконечной упругой пластиной, контактирующей с акустическим полупространством. Приводятся результаты расчетов.

18.02-01.85 Анализ давления в гидродинамической излучающей системе на протяжении периода колебаний. *Назаренко А.Ф., Смоозберг Т.М., Назаренко А.А. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 151-158. Рус.

Исследуется прямоточный гидродинамический источник акустических колебаний со звукообразующим элементом кавитационной природы. Исходя из скорости изменения давления в кавитационной области с учетом отдельных фаз ее формирования и развития, находится давление в ней как функция времени на протяжении периода колебаний. Эта функция исследуется на экстремум. Находится избыточное давление, при котором происходит взрывообразный выброс содержимого кавитационной области. Расчетная зависимость давления от времени сопоставляется с осциллограммами акустического сигнала, генерируемого излучающей системой.

18.02-01.86 Излучения акустических волн сферическим объектом с вязкоупругим покрытием. *Оницук В.Я., Сулим Г.Т. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 179-183. Рус.

18.02-01.87 Принципы расчета частотных характеристик ЭМА преобразователей в режиме возбуждения ультразвуковых колебаний. *Петрищев О.Н. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 195-201. Рус.

Сформулированы задачи, последовательное решение которых позволяет построить математические модели электромагнитно-акустических преобразователей.

18.02-01.88 Расчет частотных характеристик ЭМА преобразователей в режиме возбуждения ультразвуковых колебаний. *Петрищев О.Н. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 202-206. Рус.

Построена математическая модель электромагнитно-акустического преобразователя в режиме возбуждения крутильных недиспергирующих волн в полой токопроводящем ферромагнитном цилиндре.

18.02-01.89 Акустический луч в поле пространственно распределенных источников жидкости. *Скипа М.И., Федорин Ю.А. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 229-231. Рус.

Авторы указывают, что доплеровский сдвиг частот в неравномерном потоке жидкости давно уже не новость для акустики и рассматривается, например, в работах Лайтхилл Дж. Волны в жидкостях. М.: Мир, 1981. 598 с. и Осташев В.Е. Распространение звука в движущихся средах. М.: Наука, 1992. 206 с. В связи с этим известное космологическое красное смещение может оказаться следствием потока некоторого невидимого вещества вглубь объектов в целом стационарной Вселенной.

18.02-01.90 Формирование импульса заданного профиля группой излучателей, представляющих собой члены ряда Фурье. *Сокол Г.И. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 238-241. Рус.

Разработан способ, позволяющий получить в заданной точке акустического поля акустическое колебание в виде импульса или колебания в виде последовательности импульсов предопределенного профиля. Способ наиболее эффективен для воспроизведения кусочно-разрывных функций (последовательностей прямоугольных, треугольных и других импульсов). Реализация способа не зависит от типа акустических возбудителей в рамках линейной акустики. Генерирование колебания производит-

ся формированием вспомогательных гармонических колебаний с амплитудами, частотами и фазами, равными амплитудам, частотам и фазам — составляющим ряда Фурье.

18.02-01.91 Компьютерное моделирование акустического импульса, сформированного системой излучателей, представляющих собой члены ряда Фурье. *Сокол Г.И., Савчук В.Н. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 242-245. Рус.

Разработаны алгоритм и программа, позволяющие посредством использования компьютера моделировать функции, описывающие импульсы или последовательности импульсов различного вида (треугольного, колоколообразного, прямоугольного, треугольного и так далее). В качестве примера выбраны пять акустических источников. Параметры сигналов соответствуют составляющим ряда Фурье, полученным при предварительном разложении функции. Посредством компьютерного моделирования сформирована последовательность импульсов прямоугольной формы в дальнейшем акустическом поле. Программа написана на языке Object Pascal.

18.02-01.92 Гармонические волны от пульсирующего источника в равномерно вращающейся упругой среде. *Улитко И.А. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 258-264. Рус.

Изучается задача о распространении упругих волн от гармонического источника растяжения-сжатия в равномерно вращающейся упругой среде. Постановка краевой задачи основана на условном разделе исследуемой области на два полупространства и на данных о характере распределения статического и динамического поля вблизи сферической особенности в неподвижной среде. Представленное через интегралы Ханкеля решение указывает на возникновение окружных гармонических волн с амплитудой прямо пропорциональной угловой скорости вращения, которые не имеют места в неподвижной среде.

18.02-01.93 Импульсный режим работы водозаполненного осциллирующего пьезокерамического кольца. *Басовский В.Г., Вовк И.В. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 38-42. Рус.

Рассмотрена задача об излучении звука осциллирующим пьезокерамическим кольцом при возбуждении его электрическим сигналом в форме периодической последовательности радиоимпульсов. Представлен численный анализ колебательной скорости и дальнего поля кольца в зависимости от параметров радиоимпульсов. Показано, что амплитуда колебательной скорости кольца может заметно превышать соответствующее значение амплитуды при работе кольца в непрерывном режиме. Установлен ряд закономерностей давления в дальнем поле кольца от времени и направления.

18.02-01.94 Хаос в динамике пьезоэлектрического излучателя при ограниченном возбуждении. *Краснопольская Т.С. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 215-220. Рус.

Функционирование многих важных и ответственных элементов различных технических устройств, в том числе и преобразователей, основано на эффекте связанности механического и электрического полей в пьезокерамических средах. Если электроупругое тело нагружено на среду с сопротивлением, как это имеет место при работе излучателей звука в гидроакустике, то излучение энергии вовне вызовет изменение электрического поля в создающем генераторе по сравнению со случаем, когда потерь не происходит. Это изменение может быть существенным и приводить к неожиданным динамическим режимам или являться пренебрежимо малым в зависимости от того, какова мощность задающего генератора по сравнению с излучаемой мощностью. Исследование новых эффектов как в динамике пьезокерамических тел, так и в функционировании задающего генератора, которые обусловлены “чувствительностью” совокупной системы к излучению энергии, представляет несомненный научный интерес. Это случай, так называемого, ограниченного или неидеального возбуждения пьезокерамических

тел генератором ограниченной мощности, т.е. мощности, сравнимой с мощностью, излучаемой или потребляемой телами при их деформациях. Статья посвящена анализу эффектов взаимодействия, коллективно названных эффектом Зоммерфельда—Кононенко, колебаний пьезокерамического излучателя и механизма возбуждения этих колебаний — генератора электрического тока, имеющего ограниченную мощность. С этой целью строится новая математическая модель, описывающая процесс взаимодействия пьезокерамического излучателя, нагруженного на гидросреду с сопротивлением, и генератора. Связанность процессов в преобразователе и источнике энергии — генераторе приводит к таким качественно новым эффектам в их динамике, которые нельзя выявить, исследуя задачу в постановке идеального возбуждения. Речь идет, прежде всего, о возможности установления хаотических режимов, выйти из которых без дополнительного внешнего воздействия невозможно.

18.02-01.95 Особенности конечно-элементного моделирования ультразвуковых пьезоизлучателей из пористой керамики. Наседкин А.В. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27—29 сентября 2005 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 243-248. Рус.

Theoretical aspects of the effective module method for an inhomogeneous piezoelectric media were examined. Four static piezoelectric problems for a representative volume that allow finding the effective module of an inhomogeneous body were specified. These problems differ by the boundary conditions which were set on a representative volume surfaces. Respective equations for calculation of effective moduli of piezoelectric media with arbitrary anisotropy were derived. Based on these equations and using finite element method (FEM) the full set of effective module for PZT porous ceramics having wide porosity range was calculated. Different models of representative volume were considered: piezoelectric cubes with one cubic and one spherical pore inside, cubic volume evenly divided on partial cubic volumes a part of which randomly declared as pores etc. For accounting of inhomogeneous or incomplete ceramics polarization the preliminary modeling of polarization process was performed. The results of FEM modeling were compared with the experimental results for different porous ceramics in the relative porosity range of 0—70%. Based on these results the modeling of high intensity focusing transducers made of "hard" porous PZT ceramics was performed.

18.02-01.96 Гиперхаос в детерминированной динамической системе "генератор—пьезокерамический излучатель". Швец А.Ю. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27—29 сентября 2005 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 309-314. Рус.

Одним из важнейших составных элементов современного навигационного оборудования являются пьезокерамические излучатели. Различные типы таких излучателей широко используются в глубиномерах, дальномерах, устройствах для сканирования подводного пространства, системах передачи и приема информации под водой. В последнее время в качестве устройства для возбуждения колебаний пьезокерамического излучателя вновь стали применяться электроламповые ЛС-генераторы. Это связано с тем ренессансом, который переживают аналоговые ламповые генераторы, позволяющие обеспечить значительно более высокие метрологические характеристики выходных сигналов по сравнению с цифровыми устройствами.

18.02-01.97 Излучение акустических волн одиночным цилиндрическим преобразователем с внутренней полостью, заполненной средой. Дрозденко А.И. КОНСОНАНС-2007. Акустический симпозиум (25—27 сентября 2007 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2007, с. 80-85. Рус.

Цилиндрические пьезокерамические преобразователи получили широкое распространение в качестве элементов электроакустического преобразования энергии многих акустических систем. Рассматривается задача получения волны сплошным цилиндрическим пьезокерамическим преобразователем с радиальной поляризацией. Преобразователь находится в среде с параметрами $\rho_1 c_1$, внутренняя полость излучателя заполнена

средой с параметрами $\rho_2 c_2$. Расчет акустического поля производится методом частичных областей. Найдены аналитические зависимости для акустического давления во внутренней и внешней областях. На основании аналитических зависимостей изучены звуковые поля излучателя при различных параметрах жидкости, заполняющей внутреннее пространство.

18.02-01.98 Влияние параметров струйных оболочек и свойств жидкости на спектр звука гидродинамических излучателей. Дудзинский Ю.М. КОНСОНАНС-2007. Акустический симпозиум (25—27 сентября 2007 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2007, с. 86-93. Рус.

Models of a direct-flow and counter-flow hydrodynamic radiator as a cylindrical environment with various boundary conditions are considered. The task of the compelled fluctuations of these dynamic systems consider revising. The received expressions for amplitude-frequency characteristics of jet environments are compared to experimentally measured spectra of a generated sound. The analysis has shown, that the spectrum of a generated acoustic signal is identical to the amplitude-frequency characteristic of the flooded jet environment. On a theoretical spectrum, time functions of a signal have been received and their comparison with experimental soundtracks is carried out. Dependence of a spectrum of an acoustic signal on geometrical parameters of a jet environment and hydrostatic pressure in a liquid is analyzed. The submitted model allows to expect spectral characteristics of the sound generated by axially symmetric hydrodynamic radiators.

18.02-01.99 Генерация звука тонким трехмерным крылом: дальнее поле. Лукьянов П.В. КОНСОНАНС-2007. Акустический симпозиум (25—27 сентября 2007 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2007, с. 157-162. Рус.

Современные подходы исследований дальнего поля движущегося крыла следующие. Начиная с работы Моргана излучение звука от движущихся поверхностей описывают различными способами. Цель большинства из перечисленных подходов состоит в получении аналога формулы Кирхгофа для нестационарной поверхности. При этом внимание акцентируется на описании дальнего поля от движущегося источника (поверхности) при условии, что давление (т.е. потенциал) и компоненты скорости (производные потенциала) известны. Однако откуда взять эти величины? Как указано в Голдштейн М.Е. Аэроакустика. М.: Машиностроение. 1981. 296 с. это есть основное препятствие на пути непосредственного использования как акустической аналогии Лайтхилла, так и уравнения Фоукс Уильямса—Хукинса. Найти решение этого вопроса пытались по-разному. Так Farassat F. и Myers M.K. использована теория обобщенных функций с целью представления потенциала течения в виде обобщенной финитной функции. Такой подход, однако, не физичен, поскольку потенциал доопределяют в область, где он попросту существовать не может. Другим естественным подходом стало использование в качестве расчетной модели для вычисления потенциала и его производных в ближнем поле теории распространения малых возмущений от тонкого крыла (в плоской нестационарной постановке). Для дальнего поля используется интегральное представление Морино, в котором в качестве значений на границе области выбираются расчетные данные, полученные на основании теории малых возмущений для ближнего поля. Однако, Морино не конкретизирует нелинейного слагаемого, не придавая ему большого значения. Уже гораздо в более поздних работах, носящих систематизирующий характер, Морино вернулся к идее трактовки течения, подобной акустической аналогии Лайтхилла. Но в имеющемся представлении дальнего поля учтены не все нестационарные слагаемые, которые имеют большое значение. Приводится вывод интегрального соотношения для дальнего поля на основе полного трехмерного нестационарного уравнения распространения малых возмущений.

18.02-01.100 Гармонические волны сдвига в равномерно вращающемся пьезокерамическом слое с продольной поляризацией. Улитко И.А., Борисейко А.В. КОНСОНАНС-2007. Акустический симпозиум (25—27 сентября 2007 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2007, с. 230-235. Рус.

Изучаются связанные электроупругие колебания сдвигового типа в пьезокерамическом слое, который находится в свободном вращательном движении вокруг оси, перпендикулярной к его электродированным граням. Дисперсионные решения для перемещений и напряжений подчинены законам кориолисовой дисперсии упругих волн, что приводит к эллиптической плоской поляризации колебаний. Получены асимптотические формулы для перемещений и напряжений при малых угловых скоростях вращения слоя, типичных для датчиков угловой скорости, даны формулы для расчета частот колебаний в зависимости от величины угловой скорости.

18.02-01.101 Хаотическая динамика системы "генератор—пьезокерамический преобразователь". Швец А.Ю., Печерный В.А. КОНСОНАНС-2007. Акустический симпозиум (25—27 сентября 2007 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2007, с. 236-241. Рус.

Исследуется возникновение и развитие детерминированного хаоса в динамической системе "генератор—пьезокерамический преобразователь". Построены карты динамических режимов системы и рассмотрены основные сценарии перехода от регулярных режимов к хаотическим. Описан переход к хаосу вследствие разрушения квазипериодических аттракторов системы.

18.02-01.102 Влияние гидростатического давления на механические свойства внутренней области струйного гидродинамического излучателя. Дудзинский Ю.М., Жукова А.В. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября—01 октября 2009 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 164-169. Рус.

Researches of acoustic properties of jets HDR are conducted in the conditions of surplus static pressure in a liquid. The quantitative estimations of dependence of sizes of resiliency, closeness's, speeds of sound in the internal cavitations area of HDR and its wave size on static pressure are presented.

18.02-01.103 О возможности получения заданного спектра гидродинамического возмущения импульсного источника с подвижными границами за счет выбора необходимого закона ввода энергии. Крутиков В.С. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября—01 октября 2009 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 218-222. Рус.

Предложен новый, авторский подход решения проблем подвижных границ (ПГ), подвижных проницаемых границ (ППГ), вопросов управления волновыми явлениями. Как известно, волновые процессы могут происходить только в областях с подвижными границами. Абсолютно неподвижных границ в Природе нет. Эти проблемы существовали длительное время с момента создания волнового уравнения и по настоящее время, около трёхсот лет. Отсутствие знаний и невозможность определения функций управления делало решения этих фундаментальных физических проблем непредсказуемыми и невозможными. Основными препятствиями при этом являются существенная нелинейность, а также и, в особенности, некорректность (многозначность) обратных волновых задач с ПГ и ППГ, что не позволяло их решить никакими способами, ни численно, ни аналитически и т.д. В математической физике подобные задачи не рассматривались.

18.02-01.104 Анализ проблемы направленности акустического излучения на инфразвуковых частотах. Сокол Г.И. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября—01 октября 2009 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 304-309. Рус.

Записаны уравнения и выражения, определяющие акустические характеристики типовых полей в рамках инфразвукового диапазона частот. Рассмотрена направленность инфразвуковых акустических полей. Проведено сравнение и выявлены проблемы, возникающие при создании методик проведения измерений внутри поля инфразвуковой акустической волны.

18.02-01.105 Оптимизация параметров струйного прямого гидродинамического излучателя со ступенчатым препятствием. Сухарьков О.В. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября—01 октября 2009 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009,

с. 317-323. Рус.

The results of experimental researches on optimization of parameters of stream of a direct flow hydrodynamic radiator are considered. The flooded stream shell as an equivalent cylinder is the physical model of radiator. Influence of hydrodynamic and geometrical parameters of circular nozzle and step obstacle, and also diameter of less foundation, length and thickness of stream shell on the integral level of the acoustic signal generated by an radiator is explored.

18.02-01.106 Электромеханические колебания пьезокерамических элементов при управляемом подходе электрической нагрузки. Андрущенко В.О., Борисейко О.В., Никитенко В.М., Улитко І.А. КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1—2 октября 2013 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 6-11. Рус.

18.02-01.107 Вейвлет-преобразование для изучения механизмов возбуждения волн Лэмба отслоившимися актуаторами. Голуб М.В., Шпак А.Н. КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1—2 октября 2013 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 95-100. Рус.

Пьезоактуаторы используются во многих системах мониторинга структур. Отказ некоторого числа актуаторов может привести к серьезным сбоям в работе, поэтому мониторинг самих актуаторов представляется важной задачей. Могут возникать частичные отслоения или сколы, при которых актуатор генерирует и регистрирует сигналы, но такие измерения могут давать недостоверные результаты. Для исследования динамики отслоившихся актуаторов, а также для определения методов обнаружения таких отслоений проведен эксперимент. В случае значительного отслоения обнаружены новые эффекты. С помощью вейвлет-анализа установлено, что скорости перемещений и несущие частоты зависят от формы отслоения, а размер отслоения влияет на амплитуды возбуждаемых сигналов.

18.02-01.108 Особенности звуковых полей при взаимодействии трех точечных вихрей: взаимный захват. Коновалюк Т.П. КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1—2 октября 2013 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 120-125. Рус.

В рамках модели точечных вихрей и акустической аналогии Лайтхилла выполнены расчеты и проведен анализ звуковых полей, порождаемых тремя точечными вихрями с интенсивностями $\kappa_1 = \kappa_2 = -\kappa_3$ в режиме взаимного захвата в безграничной идеальной жидкости при малых числах Маха. Обнаружен эффект вращения диаграммы направленности. Установлено соотношение между поворотом диаграммы направленности и поворотом вихревой системы. Показано, что звуковое поле на лепестке диаграммы направленности является периодическим, звуковое поле в фиксированной точке наблюдения может быть как периодическим, так и непериодическим.

18.02-01.109 К теории излучающих источников, движущихся в сжимаемой среде (проблема В.Л. Гинзбурга). Крутиков В.С. КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1—2 октября 2013 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 162-168. Рус.

В данной работе сделана попытка оценить волновые поля давления и скорости в областях с подвижными излучающими границами, которые генерируются плазменным поршнем электрического разряда, с подвижной поверхности которого происходит излучение, вызванное реакцией экзотермической смеси. Получены точные аналитические решения волнового уравнения в областях с подвижными излучающими границами. Впервые предложены способы получения количественных результатов для обратных (задач управления) и прямых задач определения волновых полей, индуцированных движущейся границей, с поверхности которой происходит излучение среды.

18.02-01.110 Исследование нестационарных упруго-электрических колебаний пьезокерамического шара в акустической среде. Безвержий О.І., Григорьева Л.О. КОНСОНАНС-2015. Акустический симпозиум (29—30 сентября 2015 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2015, с. 20-25. Рус.

18.02-01.111 Инерционные свойства пульсирующей

межструйной области противоточного гидродинамического излучателя. *Макарова Т.В., Жукова А.В. КОНСОНАНС-2015. Акустический симпозиум (29–30 сентября 2015 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2015, с. 152-157. Рус.

Струйные гидродинамические излучатели (ГДИ) представляют собой устройства, в которых часть кинетической энергии затопленной струи преобразуется в энергию пульсаций внутренней межструйной кавитационной области, заполненной двухфазной средой, и в энергию колебательного движения затопленной струйной «оболочки». Процесс звукообразования в ГДИ является следствием его конструктивных особенностей и возникает в результате взаимодействия основных элементов его рабочей зоны: вытекающей и отраженной струй, а также межструйной области. Рабочую зону ГДИ можно рассматривать как единую энергетически согласованную гидродинамическую систему. Идея о возможном механизме генерирования звука непосредственно за счет пульсаций кавитационной области была высказана ранее, но детали этой теории не были разработаны. Была предложена акустическая модель струйной оболочки ГДИ в виде сферического монополя, была решена граничная задача об излучении звука. На основании анализа решения был сделан вывод о том, что в рабочей зоне излучателя образуется резонансная система, состоящая из внутренней упругой кавитирующей среды, самой струйной оболочки и внешней присоединенной массы жидкости. Благодаря полученным результатам были определены характеристики звукового поля ГДИ, изучены упругие свойства двухфазной среды и даны объяснения ряду эффектов, обнаруженных в экспериментальных исследованиях. В частности, использование данных по плотности и сжимаемости двухфазной среды позволило оценить скорость звука в ней. В ряде работ были проведены исследования поперечных колебаний затопленных кольцевых струйных оболочек и влияние их параметров на характеристики ГДИ. Однако для полного описания механизма звукообразования в ГДИ помимо моделей струйных оболочек, необходимо более полное и системное теоретическое исследование межструйной пульсирующей области. Имеет смысл рассматривать эту область как единое целое — материальный объект, совершающий объемные колебания в жидкой среде, с учетом его инерционных (массовых) и упругих свойств. Первым шагом в решении этой задачи является определение интегральной характеристики — массы пульсирующей межструйной области, иначе говоря, пульсатора. Предложена упрощенная сферическая модель пульсирующей межструйной области струйного ГДИ противоточного типа в двух модификациях: с учетом объема, занятого вытекающей из сопла струей, и без. Определены характерные размеры и пространственные ограничения для модификаций модели. Получены выражения для собственной массы, присоединенной массы и соответствующей совокупной массы моделей, а также зависимости массовых соотношений от радиуса пульсатора.

18.02-01.112 Методология исследований акустических излучений при запусках ракет. *Сокол Г.И. КОНСОНАНС-2015. Акустический симпозиум (29–30 сентября 2015 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2015, с. 188-193. Рус.

При движении ракеты в атмосфере после ее запуска возникают разнообразие по характеру излучения и мощности акустические поля. Одним из актуальнейших исследований здесь является проведение анализа и оценки уровней инфразвукового излучения, его влияния на здоровье населения близ лежащих населенных пунктов и обслуживающего персонала космодромов. Поэтому необходимо выявить особенности и определить направления исследований акустического излучения на основе существующих представлений о генерировании, распространении и воздействии не только звуковых волн, но и инфразвука. Методология исследований акустического излучения при движении ракеты включает: выявление как первичных источников акустических колебаний, то есть, колебаний от работающей двигательной установки, от колеблющейся под действием вибраций оболочки корпуса, от турбулентных вихрей в потоке, обтекающего корпус, так и вторичных источников акустических колебаний, возникающих вследствие отражения колебаний, генерируемых первичными источниками, от столкновения с пре-

градами, например, типа поверхности стартового стола. Важно также рассмотреть взаимодействие между собой акустических колебаний от различного вида источников. Необходимо разработать физические модели акустических полей, характер которых зависит прежде всего от типа акустических источников. Разработана методология исследований акустического излучения при движении ракеты. Сформулированы задачи: разработка физических моделей акустических полей, характер которых зависит, прежде всего, от типа акустических источников; создание математических моделей, предназначенных для расчета амплитудно-частотных характеристик. Показано, что акустическое поле при работе двигательной установки ракеты имеет направленность.

18.02-01.113 Повышение эффективности ультразвуковых пьезоэлектрических колебательных систем. *Хмелев В.Н., Цыганок С.Н., Левин С.В. Международная научная конференция "Техническая акустика: разработки, проблемы, перспективы. Витебск, 26–29 сентября 2016 г.* Витебск: Витебский государственный технологический ун-т. 2016, с. 83-85. Рус.

18.02-01.114 Вторичное излучение в мезопористых стеклах и фотонных кристаллах, заполненных редкоземельными люминофорами. *Литвинова А.Ю. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 9-я междунар. конф. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2016, с. 187-190. Рус.*

18.02-01.115 Диаграмма направленности сверхкороткоимпульсной антенной решетки в режиме излучения пачки импульсов. *Миронов О.С. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 42-44. Рус.*

Рассматривается метод формирования диаграммы направленности импульсной антенной решетки при несинфазном возбуждении. Для этого предлагается формирование в дальней зоне антенной решетки пачки сверхкоротких импульсов с время-импульсной модуляцией. При этом каждый импульс в пачке излучается отдельным элементом антенной решетки. Дальнейшее формирование диаграммы направленности происходит после проведения корреляционной обработки полученных сигналов в дальней зоне.

18.02-01.116 Измерение излучательной способности металлов в экстремальных условиях. *Мантрова Ю.В. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 231-233. Рус.*

Лазерный нагрев в ячейках высокого давления в настоящее время является единственным экспериментальным методом создания экстремальных статических давлений (до 300 ГПа) и температур (до 6000 К) и поэтому широко применяется в физике высоких давлений для исследования фазовых переходов и синтеза новых сверхтвердых материалов. Этот метод также обеспечивает получение давлений и температур, которые встречаются в недрах Земли и часто используется для минералогических исследований. Дальнейший прогресс в физике высоких давлений и физике минералов тесно связан с развитием данных методов, в частности с разработкой методов и средств измерения распределения излучательной способности в ячейках высокого давления при лазерном нагреве. В данном исследовании нами предлагается новый метод измерения распределения излучательной способности образцов, основанный на спектральной визуализации нагретого образца на нескольких длинах волн в достаточно широком спектральном интервале, определении спектров во всех точках и вычислении излучательной способности в них. Уникальность данного метода заключается в возможности получать пространственные распределения коэффициента излучения в области нагрева образца.

18.02-01.117 О связи дрейфа Стокса и волны Герст-

нера. *Абрашкин А.А., Пелиновский Е.Н. УФН.* 2018. 188, № 3, с. 329-334. Рус.

Обсуждаются свойства двумерных нелинейных потенциальных и завихренных волн на поверхности идеальной жидкости бесконечной глубины. Показано, что завихренность волны Герстнера в квадратичном приближении по амплитуде волны равна по модулю и противоположна по знаку завихренности дрейфового течения Стокса в поверхностном слое. Это позволяет интерпретировать классическую волну Стокса, получаемую в рамках потенциальной теории, как суперпозицию вихревой волны Герстнера и дрейфа Стокса. Предложена физическая интерпретация коэффициента нелинейности в уравнении Шрёдингера как доплеровского сдвига частоты на усреднённом по вертикали дрейфовом течении Стокса.

18.02-01.118 Излучение волн малой амплитуды со свободной поверхности пульсирующим источником, расположенным внутри конического рупора. *Юрковский В.С. Сибирский журнал индустриальной математики.* 2009. 12, № 3, с. 141-150. Рус.

Исследовано влияние геометрических параметров рупора на повышение эффективности излучения и фокусировку сигнала от пульсирующего источника, расположенного на свободной поверхности. Получены зависимости интенсивности излучения от геометрии рупора, координат наблюдения, а также частоты пульсаций источника. Сформулированы критерии определения эффективности рупора. Получены графические и аналитические зависимости интенсивности излучения в дальнем поле от параметров задачи. Разработана методика оптимизации излучающей системы источник-рупор путем изменения ее геометрических параметров. Определены значения параметров, обеспечивающих наиболее эффективную работу излучающей системы источник-рупор с точки зрения локализации излучения в эффективном угле просвечивания.

18.02-01.119 Дипольное электромагнитное излучение заряженной капли, осциллирующей в однородном электростатическом поле. *Григорьев А.И., Колбнева Н.Ю., Ширяева С.О. Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2018, № 2, с. 62-76. Рус.

В аналитических расчётах с сохранением членов второго порядка малости по отношению амплитуды осцилляций капли к её радиусу изучена интенсивность электромагнитного излучения заряженной осциллирующей в однородном электростатическом поле капли. Обнаружено, что индуцированный заряд при осцилляциях поверхности капли генерирует дипольное излучение, обнаруживаемое в расчётах первого порядка малости, а собственный заряд — с учетом членов лишь второго порядка малости. Показано, что интегральная интенсивность излучения из облака определяется по порядку величины излучением мелких капелек. Из двух источников излучения (от мелких капелек, осциллирующих на низких модах, и гидрометеоров, осциллирующих на высоких модах) основную роль играет первый.

18.02-01.120 Сравнение экспериментальных и расчетных данных при исследовании вынужденных колебаний пьезокерамических резонаторов. *Карлаш В.Л. Акустический вестник (Акустичний вісник, укр.)* 2015. 17, № 3, с. 13-20. Рус.

Сравниваются рассчитанные по известным формулам активные и реактивные составляющие полных проводимостей нескольких пьезокерамических резонаторов с измеренными аналогами. Резонаторы отличаются как формой и модой колебаний, так и величиной механической добротности. Для сравнения графики расчетных и экспериментальных кривых размещены в единой для каждого образца координатной сетке. Показано, что общий ход этих зависимостей подобен, а расхождение между ними составляет от нескольких до нескольких десятков процентов.

18.02-01.121 Второе приближение модели противоточной гидродинамической излучающей системы. *Назаренко А.Ф., Слиозберг Т.М., Назаренко А.А. Акустический вестник (Акустичний вісник, укр.)* 2015. 17, № 3, с. 27-31. Рус.

Рассмотрено второе приближение модели противоточной гид-

родинамической излучающей системы со звукообразующим элементом в виде несимметричного бочкообразного объема. Эта конфигурация была получена в процессе разработки ранее опубликованной модели, полагающейся первым приближением, в котором в качестве звукообразующего элемента рассматривалась симметричная бочка. Показано, что отличия второго приближения от первого не существенны. На основании этого сделан вывод о быстрой сходимости примененного метода последовательных приближений.

18.02-01.122 Влияние молекулярных эффектов на излучение звука при низкоскоростном столкновении капли с поверхностью воды. *Прохоров В.Е. Ж. эксперим. и теор. физ.* 2018. 153, № 4, с. 584-589. Рус.

В экспериментах по столкновению капли с поверхностью воды исследовались динамика ударного импульса давления и эволюция перемычки слияния между каплей и поверхностью в диапазоне малых скоростей U соударения. Экспериментальные последовательности радиусов r_i перемычки, аппроксимированные функцией времени вида $t^{1/2}$, экстраполированы к моменту контакта и сопоставлены с радиусами r_k внешнего контура сечения, образуемого донной частью капли с поверхностью. Поведение ударного импульса давления критически зависит от отношения скоростей растекания, $\varepsilon_i(U) = \dot{r}_i / \sim r_k$. Величина $\varepsilon_i = 1$ определяет порог скорости ниже (выше) которого давление имеет гидродинамический (гидроакустический) характер.

18.02-01.123 О новом численном методе решения задачи излучения акустических волн. *Поблет-Пуиг Ж., Шанин А.В. Акустический журнал.* 2018. 64, № 2, с. 257-265. Рус.

Описан численный метод решения задачи излучения акустических волн в присутствии жесткого рассеивателя. Он представляет собой комбинацию метода конечных элементов и метода граничных алгебраических уравнений. Предполагается, что область, внешняя по отношению к рассеивателю, дискретизируется, причем имеется бесконечная область с регулярной дискретизацией и небольшой слой нерегулярной сетки. Для бесконечной регулярной сетки применяется метод граничных алгебраических уравнений с подавлением фиктивных резонансов по Бёртону—Миллеру. В тонком слое с нерегулярной сеткой применяется метод конечных элементов. Метод сочетает простоту реализации, удовлетворительную точность и отсутствие фиктивных резонансов.

18.02-01.124 Верификация численной модели в задаче исследования характеристик направленности звукового излучения неоднородных оболочек. *Суворов А.С., Артельный В.В., Артельный П.В., Вьюшкина И.А., Короткий П.И., Шлемов Ю.Ф. Акустический журнал.* 2018. 64, № 2, с. 266-272. Рус.

Приведены результаты верификации уровней и характеристик направленности (ХН) звукового излучения численной конечно-элементной модели погруженной в жидкость неоднородной оболочки. Определена погрешность численного моделирования ХН излучения для участков оболочки различного конструкционного исполнения: однослойного (оболочка—жидкость) и многослойного (оболочка—жидкость—оболочка—жидкость).

18.02-01.125 Просто о физических основах работы ультразвуковых преобразователей с фазированными решетками. Часть 3. Особенности работы прямых преобразователей с прямоугольной фазированной решеткой. *Данилов В.Н., Воронкова Л.В. Контроль. Диагностика.* 2018, № 2, с. 4-15. Рус.

В третьей статье серии публикаций о преобразователях с фазированными решетками (ПФР), в которых дается простое (практически без формул) описание физических основ работы таких преобразователей, рассматриваются особенности излучаемых и регистрируемых сигналов прямых ПФР с прямоугольной (двухмерной) решеткой с различным отношением размеров сторон. Показано влияние формы решетки на изменение амплитуды излучаемого ПФР-сигнала вдоль акустической оси, диаграмму направленности, зависимость амплитуды донного сигнала и др.

См. также 18.02-01.16, 18.02-01.19, 18.02-01.20, 18.02-01.61, 18.02-01.67

Численные методы, компьютерное моделирование

18.02-01.126 Применение численно-аналитического метода для решения задач акустики. *Лукьянов П.В. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 225-230. Рус.

A new numerically analytical method has been concerned for the nonlinear problems. A detailed scheme of the method using is offered to the reader for Helmholtz and Karman—Guderley equations. One explains the peculiarities of a new method. При решении ряда задач математической физики очень часто приходится иметь дело с ограниченными областями с криволинейной границей. Кроме того, возникают ситуации, когда изучаемый физический процесс описывается нелинейным уравнением в частных производных. И в первом и во втором случае аналитическое решение задачи найти практически невозможно. Следовательно, для решения подобного рода задач используются различные численные методы. К числу последних можно отнести и численно-аналитический метод, предлагаемый в данной работе для решения задач акустики. По своей структуре метод является многошаговым сеточным, поскольку в расчетной схеме используется значения в предыдущих точках для продвижения численной процедуры по сетке. Он предназначен для решения задачи Дирихле в ограниченной области с криволинейной границей для дифференциальных уравнений n -го порядка. При этом, если акцентировать внимание на дифференциальных уравнениях в частных производных второго порядка, следует отметить, что ведущее уравнение (governing equation) может быть как линейным, так и нелинейным и любого типа: гиперболическое эллиптическое или параболическое. Применение его рассмотрено на задачах для линейного уравнения Гельмгольца (задачи классической акустики) и нелинейного уравнения Кармана—Гудерлея, описывающего аэродинамическое зарождение звука тонким крылом в трансзвуковом потоке. Для линейных уравнений на основе предлагаемого метода получаются аналитическое выражение для расчета потенциала течения, которое с заранее заданной точностью позволяет решить задачу. В случае нелинейного уравнения метод является многошаговым численным. Однако, в виду структуры метода, во многих случаях полученная расчетная система уравнений может быть решена без выполнения дополнительных итерационных приближений, о чем будет подробнее сказано в описании метода.

18.02-01.127 Использование графического программирования для организации анализаторов спектра параллельного типа. *Швец Е.С., Коржик О.В. КОНСОНАНС-2015. Акустический симпозиум (29–30 сентября 2015 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2015, с. 211-216. Рус.

18.02-01.128 Метод факторизации для численного решения уравнений Навье—Стокса вязкой несжимаемой жидкости. *Ковеня В.М., Кудряшов А.С. Сибирский журнал индустриальной математики. 2016. 19, № 2, с. 61-73. Рус.*

Предложена неявная разностная схема приближенной факторизации для численного решения уравнений Навье—Стокса несжимаемой жидкости в криволинейных координатах. Проведено тестирование алгоритма на решении задач о течении Куэтта и Пуазейля, приведены результаты численного моделирования течения между вращающимися цилиндрами с крышками.

См. также 18.02-01.17, 18.02-01.22, 18.02-01.91, 18.02-01.95

Методы измерений и инструменты

18.02-01.129 Акустика в современном материаловедении.

Безьямный Ю.Г. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 18-23. Рус.

На основании опыта многолетней работы отдела акустических методов исследований материалов и материалов печати кратко представлено современное состояние одного из активно развивающихся прикладных направлений акустики — акустического материаловедения: сформулировано понятие акустического материаловедения, определён круг материаловедческих задач, которые решаются с помощью или с привлечением акустических методов; выделены и охарактеризованы активно развивающиеся направления акустического материаловедения, отмечены некоторые тенденции их развития; приведена характеристика основных принципов и описана методология использования акустики в материаловедении.

18.02-01.130 Некоторые специфические помехи в измерительных гидроакустических трубах. *Басовский В.Г., Вовк И.В., Лейко А.Г. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 43-49. Рус.

Рассмотрена гидроакустическая труба, предназначенная для измерений коэффициента отражения звука от различных материалов и конструкций методом 2-х гидрофонов. Установлено, что в таких трубах могут возникать специфические, ранее не изученные вибрационные помехи, существенно влияющие на точность измерений. Показано, что причиной их появления является механическая связь источника звуковых волн со стенками трубы через элементы конструкции трубы. На основе предложенной расчетной схемы проведены численные оценки относительного уровня помех и коэффициента отражения звука от тонкого слоя воздуха. Показано, что на отдельных частотах определение коэффициента отражения может оказаться практически невозможным. Предложен способ снижения уровня помех.

18.02-01.131 Датчик для аускультации на основе акустического пьезокерамического стержневого преобразователя. *Гринченко В.Т., Виноградный Г.П., Макаренко А.А. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 153-158. Рус.

Исследования в медицинской акустике проведенные в течение последних десяти лет позволили создать цифровые аудиовидеодиагностические комплексы, предназначенные для диагностики бронхолегочных и сердечных заболеваний. Это стационарные, многоканальные, многофакторные, автоматизированные системы. В этих комплексах для регистрации звуков жизнедеятельности используются высокочувствительные датчики пульсаций звукового давления — микрофонного типа, или датчики колебательного ускорения. При работе в полевых условиях (работа медиков скорой помощи и Министерства Чрезвычайных Ситуаций), и особенно, в холодное время года, применение подобных комплексов затруднено из-за отсутствия необходимых условий. В Институте гидромеханики Национальной Академии Наук Украины были созданы мобильные электронные стетофонендоскопы ЭФОН-06, ЭФОН-07. Для этих приборов разработаны специальные акустические пьезокерамические датчики стержневого типа. Приводится описание конструкции датчика, его электроакустические характеристики, которые сопоставляются с характеристиками датчика колебательного ускорения изгибно-консольного типа, используемого в стационарных комплексах, типа КоРА.

18.02-01.132 Спектральный анализ звуков акустическим слуховым анализатором. *Найда С.А. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 237-242. Рус.

Функцию спектральной плотности можно определить тремя различными эквивалентными способами: а) с помощью корреляционных функций; б) с помощью финитного преобразования Фурье; в) с помощью фильтрации, возведения в квадрат и усреднения. Первые два по своему характеру являются математическими. Третий подразумевает применение аналоговых устройств. В последних реализациях системы MATLAB нахо-

дит применение техника вейвлет-преобразований при представлении импульсных сигналов, определенных в ограниченном интервале времени и содержащих разрывы. Автором показано, что вызванная отоакустическая эмиссия (ВОАЭ) в ответ на короткий (широкополосный) звуковой импульс является импульсной функцией слухового канала, среднего уха и улитки внутреннего уха. Ее форма соответствует корреляционной функции в задаче распространения дисперсионных сигналов вблизи частот формант звука “а”, а также форме базовых функций вейвлет-представлений типа “выпуклости”, которые характеризуются сдвигом (задержкой) во времени, положением и сдвигом положения. При этом эффективная полоса пропускания “белого” шума и эффективное шумовое время корреляции связаны соотношением неопределенности $\delta F \cdot T \approx 1 \geq 0,5$, а отношение ее к средней частоте выпуклости $\delta F / F_{cp} \approx 0,2$ совпадает со значением, полученным для частотных (критических) интегрирующих групп, измеренных по громкости звука. Это указывает на то, что разбиение на частотные группы, которое является основным свойством слуха, происходит не в центральной нервной системе, как считалось ранее, а в акустическом слуховом анализаторе. Он представляет собой корреляционный фильтр со многими входами — поперечными волокнами и выходами наружных волосковых клеток на нервные волокна. Из-за кривизны улитки в вестибулярном канале возникает поперечная составляющая волн сжатия, которая через волокна базилярной мембраны передается в наружные волосковые клетки, вызывая электрический потенциал в нервных волокнах, а также задержанное во времени звуковое давление — отоакустическую эмиссию (ОАЭ). Амплитуда p линейно зависит от интенсивности стимула, а $p_{OAE} \approx p$ на линейной стадии колебаний волокон и достигает насыщения на нелинейной. Вестибулярный канал действует аналогично одноэлектродному импланту, на который подается электрический сигнал, пропорциональный $p_{OAE}(f, t)$. Акустическая система слухового анализатора является уникальным корреляционным фильтром — своего рода патентом природы. Обращается в докладе внимание на: 1) некорректность выбора в одной работе в качестве стимула ВОАЭ вместо короткой тональной вспышки суммы полуктавных полос пяти частот, перекрывающих интервал от 4757 Гц до 840 Гц и имеющих общую длительность ≈ 16 мс; 2) то, что вейвлет-преобразование фактически является финитным преобразованием Фурье.

18.02-01.133 Особенности конструктивной реализации низкочастотной акустической системы для измерения коэффициента отражения звука. Шамарин А.Ю., Лановой Ю.И., Мальцев А.М. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 301-304. Рус.

Низкочастотная акустическая измерительная система (НЧ АИС) предназначена для автоматического измерения комплексного коэффициента отражения звука от плоской поверхности образцов различных видов материалов в диапазоне частот от 200 до 4000 Гц при воздействии на образец различной температуры от 3 до 50°C и давления от 0 до 10 МПа.

18.02-01.134 Низкочастотный акустический интерферометр. Шамарин Ю.Е., Гулега Л.Г., Лейко А.Г., Лейко Н.С., Шамарин А.Ю. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 305-308. Рус.

В последние годы в технической акустике большое внимание уделяется проблеме низкочастотного гашения звука, в том числе и пассивными методами. При создании структур материалов, способных эффективно гасить звук путем его поглощения, особый интерес вызывают экспериментальные методы их отработки. Это обусловлено как теоретической сложностью решаемых задач, так и широким разнообразием эксплуатационных условий, применительно к которым разрабатываются гасящие звук конструкции. Одним из инструментов, обеспечивающих возможность измерения акустических параметров образцов конструкций и материалов, является акустический интерферометр. Целью доклада является представление результатов разработки современного низкочастотного акустического интерферометра, обеспечивающего измерения амплитуды и фазы коэффициента отражения звука от образцов с точностью соответственно $\pm(1-2)$ дБ и $1,5-3$ 0 в диапазоне частот от 200

до 4000 Гц при изменении условий измерений по температуре от 3 до 50°C и по гидростатическому давлению от 0,1 до 10,0 МПа.

18.02-01.135 Оптимизация состава порошкового материала по результатам акустических измерений. Безьямный Ю.Г., Богдан Г.А., Колесников А.Н. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября—01 октября 2009 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 73-78. Рус.

Проведена экспериментальная оценка возможностей адаптации акустических методов неразрушающего контроля для определения физико-механических свойств многокомпонентных порошковых материалов. В качестве объектов контроля были взяты композиционные материалы, состоящие из двух фаз: железа и чугуна с высоким содержанием углерода. Показано, что акустические методы неразрушающего контроля могут быть использованы для отработки свойств композиционных материалов по критериям: упругости, неупругости, дефектности, а также, что на их основе можно дать рекомендации по оптимизации состава порошкового материала в локальных диапазонах его изменения.

18.02-01.136 Диагностика наноамплитудных вибраций на значительных расстояниях лазерным доплеровским виброметром с эффектом автофотоинтерференции. Емельянов В.В., Отто К.В., Яровой Л.К. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября—01 октября 2009 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 170-175. Рус.

18.02-01.137 Исследование временного ряда акустических сигналов с помощью метода сингулярного спектрального анализа. Подлитеская Л.Е., Долгопятенко С.И. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября—01 октября 2009 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 280-284. Рус.

18.02-01.138 Применение трехволновой фотоинтерференции для повышения чувствительности лазерного доплеровского виброметра в субнанометровом диапазоне. Яровой Л.К. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября—01 октября 2009 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 330-336. Рус.

18.02-01.139 Определение скоростей упругих колебаний ультразвуковым измерителем. Андрущенко В.О., Опанко А.П., Попов С.А., Продайвода Г.Т., Вижва С.А., Опанко Ю.А. КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1—2 октября 2013 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 12-19. Рус.

18.02-01.140 Особенности оценки характеристик упругости многофазных порошковых материалов по результатам акустических измерений. Безьямный Ю.Г., Козирацкий Е.А., Колесников А.Н., Тесленко Л.О., Талько О.В. КОНСОНАНС-2015. Акустический симпозиум (29—30 сентября 2015 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2015, с. 33-38. Рус.

Исследованы факторы, влияющие на формирование характеристик упругости многофазных порошковых материалов в процессе их изготовления. Путем структурного, акустического и математического моделирования, а также анализа экспериментальных данных показано, что для повышения достоверности определяемых величин динамических модулей упругости и уменьшения расхождения между значениями, получаемыми разными методами, необходима их адаптация к особенностям структуры аттестуемого порошкового материала.

18.02-01.141 Пьезокерамический преобразователь контроля остеоинтеграции зубных имплантов. Чесский Ю.В., Чесская Т.Ю. КОНСОНАНС-2015. Акустический симпозиум (29—30 сентября 2015 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2015, с. 206-210. Рус.

Титановые импланты широко используются в зубооральной практике для восполнения отсутствующих зубов, а также для укрепления на них протезов у пациентов. Необходимо контролировать образование костной ткани вокруг части импланта, внедренного в челюсть, и его “приживаемость”, т.е. остеоин-

теграцию. Для этой цели был применён электроакустический пьезокерамический преобразователь, работающий на изгибной моде колебаний. Описывается конструкция преобразователя и расчёт его резонансной частоты. Приводятся экспериментальные результаты исследования преобразователя.

18.02-01.142 Применение параллельных фильтров для обработки сверхширокополосных сигналов. Чернышев С.Л. *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 9-я междунар. конф. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2016, с. 79-82. Рус.*

18.02-01.143 Идентификация веществ по нескольким спектрам. Васильев Н.С., Морозов А.Н. *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 4-я международная конференция, 20–22 сентября 2011 г. М.: РНТОРЭС. 2011, с. 67-69. Рус.*

Methods for analyzing spectra in portable devices, which provide chemical analysis, are discussed. The suggested applications of these methods are portable devices and express analyzers. It is proposed to improve the reliability and selectivity of the analyzer with the help of simultaneously using a set of several spectra. Spectra may differ as to the integrated intensity and the physical nature. The numerical criteria to simultaneously consider two spectra in the process of identification of substances by the method of least squares is obtained.

18.02-01.144 Анализ цензурированных данных в испытаниях с переменной нагрузкой. Тимонин В.И., Ермолаева М.А. *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 4-я международная конференция, 20–22 сентября 2011 г. М.: РНТОРЭС. 2011, с. 114-116. Рус.*

A new non-parametric method for testing hypothesis H_0 of a liaison function between times to failure in the normal and forced modes is presented. This method is used in the case of censored data. Tables of exact distribution and asymptotic distribution are also presented.

18.02-01.145 Цифровые антенные решетки с мультипликативной обработкой сигналов. Прилуцкий А.А. *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 98-100. Рус.*

Рассматривается одна из разновидностей нелинейной обработки сигналов в приемных линейных антенных решетках с цифровым формированием диаграммы направленности — мультипликативная обработка сигналов. Мультипликативная обработка сигналов применительно к радиосистемам с реальной диаграммой направленности с цифровым формированием и в радарх с синтезированной апертурой позволяет увеличить пространственное разрешение и снизить боковые лепестки без изменения физического размера антенны. Мультипликативная цифровая обработка может быть так же применена в алгоритмах цифровой фильтрации и в других когерентных радиооптических системах.

18.02-01.146 Применение итерационного метода БПФ для синтеза диаграмм направленности линейных и планарных антенных решеток. Петров А.С. *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 101-103. Рус.*

Дана постановка задачи, разработаны алгоритмы и программа для синтеза диаграмм направленности периодических линейных и планарных антенных решеток при помощи известного итерационного метода быстрого преобразования Фурье. Приведены результаты применения этого метода.

18.02-01.147 Методика оценки эффективности фильтрации цифровых изображений, получаемых с помощью измерительного специализированного теплови-

зора. Соловьев В.А., Кичулкин Д.А., Красавцев О.О.И., Шищенко М.Ю., Новицкий П.Н. *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 116-119. Рус.*

Рассматривается вопрос о выделении изображения малоразмерного беспилотного летательного аппарата на фоне излучения облачного неба в инфракрасном диапазоне волн на видеокдрах, получаемых с выхода тепловизора. Предложено для обнаружения таких воздушных целей выполнять предварительную обработку цифровых изображений с целью повышения отношения сигнал/помеха. Изложена предлагаемая методика экспериментальной оценки отношения сигнал/помеха, достигаемого за счёт применения различных алгоритмов предварительной обработки изображения. На основании результатов натурных исследований произведена оценка эффективности ряда алгоритмов обработки изображений. Сделан вывод о целесообразности применения комбинации нескольких способов, что позволит обеспечить работу оптико-электронного обнаружителя малоразмерных беспилотных летательных аппаратов при различных метеорологических ситуациях.

18.02-01.148 Оптимизация оценок электрофизических параметров и статистических характеристик объектов в широкополосных системах апертурного синтеза. Волосюк В.К., Жила С.С., Кравченко В.Ф., Руженцев Н.В. *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 164-168. Рус.*

Радиометрические устройства и системы (РМУС) занимают важное место в задачах радиофизики Земли и околоземного пространства. Это обусловлено высокой информативностью собственного радиотеплового излучения, достоинствами радиодиапазона, малыми габаритами и энергопотреблением РМУС. Несмотря на высокую эффективность их функционирования, современные тенденции развития методов СВЧ радиометрии направлены на стремительное ужесточение требований к качеству получаемых оценок электрофизических параметров природных сред и их статистических характеристик. В настоящее время известно значительное количество критериев качества, из анализа которых можно вычлениить следующие составляющие прямо или косвенно влияющие на основные параметры и характеристики оценок. Это, прежде всего, радиометрическое разрешение и пространственная разрешающая способность радиометрических изображений, предельные погрешности оценок параметров. Для эффективного повышения качества РМУС необходимо совместное использование инженерного опыта и статистической теории радиосистем. Инженерный опыт позволяет частично задать (на уровне антенной системы и функциональной схемы детекторной части) структуру системы, на выходе которой формируются уравнения наблюдения, подлежащие последующей статистической оптимизации с целью поиска алгоритмов их оптимальной обработки. Именно статистическая оптимизация радиотехнических систем позволяет достичь высокой точности оценок параметров и достоверности интерпретации полученных данных.

18.02-01.149 Система многокурсорной профилометрии на основе интерферометра малой когерентности. Гуров И.П., Волков М.В., Жукова Е.В., Маргарянц Н.Б., Потемкин А.В., Самохвалов А.А. *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 248-250. Рус.*

Предложен метод многокурсорного сканирования для оценивания рельефа поверхности сложной формы методом интерферометрии малой когерентности. Разработан алгоритм совместной обработки результатов многокурсорного сканирования, который позволяет восстановить корректные значения рельефа в

каждой точке образца. Возможности метода продемонстрированы при оценивании рельефа углубления в форме четырехугольной пирамиды, образующейся при измерении микротвердости материалов на твердомере. Экспериментально исследованы кратеры лазерной абляции и восстановлен их рельеф с использованием разработанного метода. Показано, что многокурсное сканирование уменьшает неоднозначность при определении высоты микронеровностей рельефа исследуемых образцов.

18.02-01.150 Сравнительный анализ акустических интерферометров на основе расчетно-экспериментальных исследований. Федотов Е.С., Кустанов О.Ю. Аэрокосмическая техника, высокие технологии и инновации. 2017, № 1, с. 275-279. Рус.

Проанализированы конструкции интерферометров в Лаборатории механизмов генерации шума и модального анализа (ЛМГШнМА) Пермского национального исследовательского политехнического университета (ПНИПУ) и в Центре акустических исследований (ЦАИ) ПНИПУ. Выполнено численное моделирование акустических процессов в интерферометре методом конечных элементов системы уравнений Навье—Стокса. Одиночный образец резонатора Гельмгольца испытан в интерферометрах ЛМГШнМА и ЦАИ и для него рассчитан импеданс по полуэмпирической модели. Для исключения возможных погрешностей, вносимых конструкцией интерферометров в импеданс, проведены измерения импеданса в интерферометрах без образца в зависимости от высоты воздушной полости. По результатам всех проведенных исследований усовершенствована конструкция интерферометра ЛМГШнМА.

18.02-01.151 Численное исследование процессов деформирования и разрушения тел с концентраторами напряжений на стадии закритического деформирования. Феклистова Е.В. Аэрокосмическая техника, высокие технологии и инновации. 2017, № 1, с. 283-285. Рус.

Изучено поведение материала на закритической стадии деформирования. Исследован переход дефектов от равновесного роста к лавинообразному разрушению. Составлен алгоритм реализации поэтапного структурного разрушения на языке программирования APDL. Приведен пример поэтапного разрушения. Рассматриваются различные способы задания расчетных диаграмм деформирования, которые бы наиболее точно описывали поведение материала при моделировании.

18.02-01.152 Исследование характеристик профилографа скорости звука и коррекция результатов измерения. Греков А.Н., Греков Н.А., Шишкин Ю.Е. Системы контроля окружающей среды. 2017, № 10, с. 24-30. Рус.

Рассмотрены метрологические и пространственно-временные характеристики профилографа скорости звука. Подробно рассмотрен датчик скорости звука, исследован его водообмен в измерительной базе при зондировании с различными скоростями. Разработана динамическая коррекция вертикальных профилей, связанная с движением прибора. Приведены профили скорости звука, в которых прослеживается их слоистость с вертикальными масштабами в несколько сантиметров. Даны рекомендации по использованию прибора в натуральных условиях с борта судна.

18.02-01.153 Определение параметров твердого тела, прикрепленного к одному из концов балки, по собственным частотам колебаний. Ахтямов А.М., Урманчев С.Ф. Сибирский журнал индустриальной математики. 2008. 11, № 4, с. 19-24. Рус.

Доказана однозначность восстановления параметров твердого тела (массы, момента инерции, статического момента инерции), прикрепленного к одному из концов балки Тимошенко, по собственным частотам ее колебаний. Найден метод восстановления и приведен соответствующий пример.

18.02-01.154 Новый подход к измерению пьезомодуля пьезокерамических материалов в динамическом режиме. Земляков В.В., Земляков В.Л. Измерительная техника. 2002, № 4, с. 52-55. Рус.

Показана связь пьезомодуля с параметрами эквивалентной электрической схемы пьезокерамических элементов (ПКЭ).

Предложены различные варианты определения пьезомодуля по результатам измерений частотной характеристики проводимости ПКЭ только в области механического резонанса.

См. также **18.02-01.82, 18.02-01.112**

Колебания распределенных систем, вибрации, структурная акустика

18.02-01.155 Передача возмущений, генерируемых источником в упругом тонкостенном цилиндре, заполненном и окруженном жидкостью. Комиссарова Г.Л. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1—3 октября 2003 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 293-298. Рус.

Исследовано волновое поле тонкостенного цилиндра, заполненного и окруженного идеальной сжимаемой жидкостью, возбуждаемое приложенным на его поверхности точечным низкочастотным гармоническим источником. Решение задачи построено посредством метода суперпозиции волн. Волновое поле упругого цилиндра описывается уравнениями теории оболочек типа Тимошенко. При учете излучения энергии в окружающую среду дисперсионное уравнение волновода становится комплексным. Для конкретного примера проведен анализ ближнего и дальнего полей перемещений оболочки для различных значений частот и окружной координаты.

18.02-01.156 Нахождение потенциала скоростей жидкости при распространении акустических волн в бесконечной цилиндрической оболочке. Коваленко А.П. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27—29 сентября 2005 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 209-214. Рус.

18.02-01.157 Дисперсионные, кинематические и энергетические свойства нормальных волн в трансверсально изотропном цилиндрическом волноводе секторного сечения с варьируемой угловой мерой вреза. Моисеенко И.А., Троян Р.Р. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27—29 сентября 2005 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 231-236. Рус.

The analytical forms of the dispersion equations for sets of normal elastic waves in transverse-isotropic cylindrical waveguide of circular cross-section with sector cut of an any angular measure are constructed. The boundary surfaces of a cut are covered with flexible not extensible membranes and the cylindrical site of a lateral surface is supposed to be of rigid fixation. The branches of running normal waves spectrum with different types of displacements symmetry in section and different circumferential wave numbers are received on the basis of numerical researches dispersion equations. Some main effects in spectrum structure are determined at a variation of a sector cut corner. Also distribution of elastic vibrations amplitude of cross-sectional points and distribution of densities of average power flow in waves of different modes were figured and analyzed.

18.02-01.158 Свободные колебания пластинок и двухслойной жидкости в прямоугольном канале с упругим дном. Кононов Ю.Н., Татаренко Е.А. КОНСОНАНС-2007. Акустический симпозиум (25—27 сентября 2007 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2007, с. 114-120. Рус.

Построено аналитическое решение плоской задачи гидроупругости, описывающей взаимосвязанные свободные колебания упругих пластинок, расположенных на свободной и внутренней поверхностях двухслойной идеальной несжимаемой жидкости в прямоугольном канале с плоским упругим дном в виде пластинки. Выведено и исследовано частотное уравнение. Рассмотрены случаи отсутствия пластинок, случаи, когда пластинка находится только на свободной или внутренней поверхности двухслойной жидкости. Получено условие устойчивости связанных колебаний двухслойной жидкости, пластинок и упругого дна.

18.02-01.159 О генерации звука ограниченной областью возмущенного течения в жесткостенном канале. Борисюк А.О. КОНСОНАНС-2007. Акустический симпозиум (25—27 сентября 2007 г.) Киев: Институт гидромеханики

НАН Украины. 2007, с. 242-246. Рус.

A problem of sound generation by a limited region of a disturbed flow in an infinite straight rigid channel of circular cross-section is solved, and quantitative relationships between the characteristics of sound field and the parameters of channel and flow are found. A disturbed flow is modelled by the distributed volume quadrupole and surface dipole sources of sound (the characteristics of which are assumed to be known), and the cases of uniform and non-uniform distribution of the sources are considered.

18.02-01.160 Резонансные колебания пьезокерамических цилиндрических оболочек с радиальной поляризацией. Безверхий О.И., Зинчук Л.П., Карлаш В.Л. КОНСОНАНС-2015. Акустический симпозиум (29–30 сентября 2015 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2015, с. 26-32. Рус.

18.02-01.161 Потери энергии в пьезокерамических резонаторах и их влияние на продольные колебания тонкого стержня. Карлаш В.Л. КОНСОНАНС-2015. Акустический симпозиум (29–30 сентября 2015 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2015, с. 90-96. Рус.

18.02-01.162 Моделирование затухающих колебаний пластинки в вязкой жидкости. Присекин В.Л., Бернс В.А., Лушин В.Н., Маринин Д.А. Научный вестник Новосибирского гос. техн. ун-та (НГТУ). 2014, № 4, с. 155-156. Рус.

При проведении модального анализа трансформируемых космических конструкций необходим учет влияния воздушной среды на параметры собственных тонов колебаний. Экспериментальные исследования этого влияния предполагают выполнение значительного объема работ, так как изучаемое явление зависит от большого числа факторов. Настоящая работа посвящена исследованиям возможности оценки влияния воздушной среды на собственные частоты и декременты колебаний на масштабных моделях конструкций. В качестве трансформируемой конструкции рассмотрен элемент солнечной батареи, моделью которого является жесткая прямоугольная пластинка. Записаны уравнения колебаний пластинки и движения вязкой жидкости, вызванного этими колебаниями. Изучены условия моделирования при испытании натуре и модели для случая геометрического подобия. Сделан вывод о больших сложностях моделирования при условии равенства частоты и демпфирования натуре и ее модели. Введен критерий подобия, аналогичный параметру Рейнольдса, и разработаны масштабные модели элемента одного из типов солнечной батареи для моделирования диссипативных свойств натурального объекта. Создана экспериментальная установка и проведены исследования демпфирования конструкций на моделях. Полученные результаты позволяют говорить о правильности сделанных предположений о возможности моделирования декрементов колебаний.

См. также **18.02-01.18, 18.02-01.50, 18.02-01.83**

Волны в многофазных, пористых, резиноподобных средах, полимерах

18.02-01.163 Изгибные колебания слоя с туннельными отверстиями при скользящей заделке его торцов. Фильштинский Л.А., Ковалев Ю.Д. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 265-270. Рус.

В различных областях машиностроения используются массивные конструкции, которые работают в условиях динамического нагружения. С целью исследования динамической напряженности таких тел рассматривается модельная задача об изгибных колебаниях изотропного слоя, ослабленного сквозными отверстиями. Соответствующая краевая задача сводится к системе сингулярных интегро-дифференциальных уравнений второго рода. Результатом численного анализа построенного алгоритма являются амплитудно-частотные характеристики, устанавливающие зависимость амплитуд соответствующих "характеристических" напряжений на контуре отверстия от частоты возбуждения. Эти АЧХ построены для различных геометрических и механических параметров системы. Анализ

построенных АЧХ позволяет определить достаточно узкие интервалы, которым принадлежат собственные частоты исследуемой системы.

18.02-01.164 Особенности распространения звука в концентрированных эмульсиях. Олійник В.Н. КОНСОНАНС-2007. Акустический симпозиум (25–27 сентября 2007 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2007, с. 192-197. Рус.

18.02-01.165 Исследование корреляции скорости распространения упругой волны с параметрами композита на основе металлических порошков с алмазными включениями. Безымянный Ю.Г., Высоцкий А.Н., Истомина Т.И., Колесников А.Н. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября–01 октября 2009 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 79-82. Рус.

18.02-01.166 Исследование корреляции скорости распространения упругой волны с параметрами композита на основе медного порошка с вольфрамовыми включениями. Безымянный Ю.Г., Епифанцева Т.А., Козирацкий Е.А. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября–01 октября 2009 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 83-88. Рус.

Экспериментально исследована корреляция скорости распространения упругой волны со структурными особенностями неспеченных порошковых прессовок на основе медной матрицы с вольфрамовыми включениями. Установлены зависимости скорости распространения упругой волны от размеров частиц порошковых компонентов и объемной доли вольфрама в смеси. По экспериментальным значениям скорости распространения продольной упругой волны в исследуемых образцах проведена оценка значений модуля упругости материалов и его сопоставление с модельными представлениями. Полученные результаты позволяют рекомендовать данный метод контроля для отработки структуры и свойств гетерогенных прессовок из порошковых материалов на основе пластичной матрицы и твердых включений.

18.02-01.167 Об идентификации распределенных и локализованных неоднородностей в упругих и вязкоупругих телах. Ватульян А.О., Аникина Т.А., Шевцова М.С. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября–01 октября 2009 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 115-121. Рус.

The problem of mechanical properties identification in isotropic inhomogeneous viscoelastic materials based on acoustic sensing and recording of the boundary displacement fields amplitude-frequency characteristics is discussed. The goal is reduced to the solution of coefficient inverse problems for differential operators. Outlines an approach based on the linearization method, applied to the problem of non-homogeneous shear characteristics identification in the torsion vibrations case, the results of computational experiments in bending and torsion rods vibrations are represented.

18.02-01.168 О коэффициенте прохождения энергии пьезокерамического излучателя через цилиндрический слой. Лейко А.Г., Плескач М.Г. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября–01 октября 2009 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 242-245. Рус.

The subject of studies is an acoustic field of a cylindrical piezoceramic transducer in the presence of an impedance matching layer. This research is purposed to determine the influence such a layer has on the transducer's sound emitting ability, taking into account the transducer's finite mechanical impedance. A number of analytic expressions are obtained, determining the sound field's properties depending on the transducer's wavelength size. A computer modelling allowed making a few conclusions about the layer's influence on the sound pressure magnitudes. The results can be utilized in transducer development, helping to calculate the operational characteristics of similar type devices.

18.02-01.169 Расчет и визуализация волновых процессов в неоднородных средах. Димитриева Н.Ф., Загуменный Я.В., Чашечкин Ю.Д. КОНСОНАНС-2013.

Акустический симпозиум (1–2 октября 2013 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 101-107. Рус.

Stratified flow around a horizontal plate is analyzed numerically based on the fundamental equations set. The stratified flow on a motionless plate is characterized by a complicated multilevel structure of circulation cells. Start of plate movement leads to formation of advanced disturbances, attached internal waves and vortex wake, which are separated by high-gradient quasi-stationary interfaces. Comparison of calculated patterns and Schlieren images of the stratified flow around a uniformly moving horizontal plate shows good agreement of the numerical and laboratory data.

18.02-01.170 Спектр объемных волн сдвига в регулярно-слоистом пространстве. *Левченко В.В.* *КОНСОНАНС-2015. Акустический симпозиум (29–30 сентября 2015 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2015, с. 135-139. Рус.

Проблеме распространения волн различной физической природы в периодических структурах посвящено большое количество работ. Основными направлениями этих исследований являлось изучение структуры зон пропускания и условий существования объемных и поверхностных волн. Исследование дисперсионных свойств и характера колебаний объемных волн в настоящее время является недостаточно изученным. Частично дисперсионные свойства и колебания объемных волн исследовались ранее (Шульга Н. А., Левченко В. В., Подлипенец А. Н. Формы колебаний на границах зон пропускания объемных волн сдвига. // Прикл. мех. 1984. т. 20, № 11. С. 84-93). В этой работе были получены дисперсионные соотношения и изучены формы колебаний упругих волн для минимального значения периода повторения поля, которое совпадало с периодом структуры. Проблема исследования спектра объемных волн в общем случае является открытой. Как известно периодическая среда обладает свойством трансляционной симметрии, что позволяет повторение поля с произвольным значением периода структуры. Поэтому в настоящей работе выведены дисперсионные уравнения, для объемных волн сдвига с произвольным периодом повторения, а также исследован их спектр и формы колебаний. Предложен метод вывода дисперсионных соотношений для объемных волн сдвига в регулярно слоистых средах, что позволяет исследовать свойства волн при повторении поля с произвольным значением периода структуры. Исследована взаимосвязь спектров дисперсионных кривых в конечных и бесконечных структурах. Проведен анализ форм колебаний объемных волн сдвига.

18.02-01.171 О моделировании эффекта трансформации частот упругих волн. *Роменский Е.И., Садыков А.Д.* *Сибирский журнал индустриальной математики.* 2010. 13, № 3, с. 117-125. Рус.

Приведена континуальная модель упругой среды с полем распределенных дефектов, с использованием которой исследуется эффект трансформации частот упругих волн. На примере численного анализа одномерных волн, возникающих при гармоническом воздействии на слой среды с дефектами, показана возможность описания трансформации частот в рамках предложенной модели.

18.02-01.172 Установившиеся колебания в непрерывно-неоднородной среде, описываемые уравнением Овсянникова. *Чиркунов Ю.А.* *Сибирский журнал индустриальной математики.* 2010. 13, № 4, с. 131-140. Рус.

Для уравнения Овсянникова, обладающего максимальной симметрией и описывающего установившиеся колебания в непрерывно-неоднородной среде, методами группового анализа получены точные решения краевых задач для некоторых областей (обобщенные формулы Пуассона), которые, в частности, могут служить в качестве тестовых решений при расчетах установившихся колебаний в непрерывно-неоднородных средах. Найдены операторы, действующие на множестве решений внутри однопараметрического семейства этих уравнений.

18.02-01.173 Лучевые аппроксимации для ударных волн упругой деформации осесимметричного типа в цилиндрическом слое. *Рагозина В.Е., Иванова Ю.Е.* *Сибирский журнал индустриальной математики.* 2015. 18, № 2, с. 111-123. Рус.

На примере осесимметричной задачи интенсивного деформирования цилиндрического нелинейно-упругого слоя под действием нагрузки на внешней его границе показана эффективность варианта лучевого метода, непосредственно разработанного для волн сильных разрывов (ударных волн). Рассматривается несколько первоначальных стадий волнового процесса, а именно, движение созданных ударных волн к внутренней границе слоя, отражение более быстрой волны от внутренней границы, взаимодействие медленной ударной волны и отраженной ударной волны с образованием новой волновой картины. Для каждой из стадий деформирования решение строится с помощью модифицированного метода лучевых рядов.

18.02-01.174 Местная скорость диссипации энергии в перемещаемом резервуаре. Сравнение методов расчета. *Шульц Р., Дитль П.* *Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2018, № 2, с. 27-39. Рус.

Существуют две основных группы методов расчета местной скорости диссипации энергии турбулентности, а именно (1) методы, основанные на градиенте скорости, и (2) аппроксимации функции спектра энергии. Оба эти метода применены для расчета величины ϵ по данным, полученным в измерениях, после их соответствующей калибровки. Эксперименты выполнены в области под импеллером, где предполагалось наличие локальной изотропной турбулентности, что является основным допущением во всех методах расчета ϵ . Полученные результаты отличаются друг от друга. Сравнение результатов, полученных рассмотренными в работе методами, выполнено в рамках экспериментальной программы, в ходе которой получены данные в относительно больших резервуарах, внутренним диаметром 0.3 и 0.4 м, для двух значений вязкости жидкости в условиях полностью развитой турбулентности ($Re > 50000$).

18.02-01.175 Акустические волны в жидкости с твердыми частицами и пузырьками газа. *Губайдуллин Д.А., Федоров Ю.В.* *Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2018, № 2, с. 77-83. Рус.

Представлена математическая модель, определяющая распространение акустических волн в смеси жидкости с пузырьками газа и твердыми частицами. Записана система дифференциальных уравнений, получено дисперсионное соотношение. Найдены и проиллюстрированы низкочастотные и высокочастотные асимптотики фазовой скорости в рассматриваемой смеси. Указано влияние твердых частиц и пузырьков газа на дисперсию и диссипацию акустических волн. Для смеси жидкости с твердыми частицами представлено сравнение скорости звука с известными экспериментальными данными.

18.02-01.176 Структурная сжимаемость металлонанодисперсных полимерных систем. *Колупаев Б.В., Колупаев В.С., Левчук В.В., Максимцев Ю.Р., Сидлецкий В.А.* *Акустический вестник (Акустичний вісник, укр.)* 2015. 17, № 3, с. 21-26. Рус.

Приведены результаты исследований структурной сжимаемости металлонанодисперсных систем, полученных на основе поливинилхлорида (ПВХ), в мегагерцовом диапазоне частот при $293 \leq T \leq 353$ К. Показано, что она неразрывно связана с объемной вязкостью и зависит от типа и содержания нанодисперсного металла как наполнителя материала. На основе предложенной модели показано, что структурная часть объемной деформации изменяется со временем по закону релаксации. Проведен анализ количественных результатов, касающихся упругой и вязкоупругой деформаций при сдвиге, сжатии-растяжении и объемном нагружении композита.

См. также **18.02-01.48**, **18.02-01.80**, **18.02-01.95**, **18.02-01.100**, **18.02-01.107**

Статистическая акустика

18.02-01.177 Метод пуассоновских спектров и его применение. *Красильников А.И.* *КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 95-100. Рус.

В последние десятилетия стремительно развиваются пассивные методы исследования, диагностики и контроля физиче-

ских объектов, использующие информацию, которая содержится в флуктуационных сигналах, возникающих в этих объектах в процессе их естественного функционирования. К таким сигналам относятся, в частности, кавитационные шумы, сигналы акустической эмиссии, шумы дыхания, магнитные шумы и др. В настоящее время большинство задач исследования различных флуктуационных сигналов и их применений решены в рамках корреляционно-спектральной теории. Однако эти сигналы имеют, как правило, равномерную спектральную плотность и в ряде случаев нестационарный характер, что ограничивает информативность и применимость корреляционно — спектральных характеристик. В связи с этим возникает необходимость исследования более полных вероятностных характеристик флуктуационных сигналов, в частности — их законов распределения. В большинстве прикладных задач авторы, рассматривая флуктуационные сигналы как результат суммирования большого числа независимых элементарных импульсов и, ссылаясь на центральную предельную теорему, считают распределение мгновенных значений флуктуационных сигналов гауссовским. Данное предположение нельзя считать корректным, поскольку согласно современной теории суммирования случайных величин предельным для сумм независимых случайных величин является класс безгранично делимых законов распределения, включающий частным случаем гауссовское распределение. В работе показана целесообразность использования метода пуассоновских спектров для исследования законов распределения флуктуационных сигналов.

18.02-01.178 Аппроксимация плотностей вероятности акустических флуктуационных процессов отрезка-

ми ортогональных рядов. *Берегун В.С. КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1—2 октября 2013 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 26-31. Рус.

18.02-01.179 Математическое моделирование законов распределения акустических флуктуационных процессов методом пуассоновских спектров. *Гармаш О.В. КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1—2 октября 2013 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 83-88. Рус.

Разработаны теоретически обоснованные методы нахождения пуассоновской спектральной функции, которые позволяют практически применять метод пуассоновских спектров для исследования законов распределения акустических флуктуационных процессов и их линейных преобразований.

18.02-01.180 Безгранично делимые модели флуктуационных процессов в акустических информационных системах. *Красильников А.И. КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1—2 октября 2013 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 156-161. Рус.

Рассмотрены основные конструктивные модели акустических флуктуационных процессов, отражающие физику их возникновения и имеющие безгранично делимые распределения. Приведены формулы для нахождения параметров канонического представления характеристических функций безгранично делимых моделей акустических флуктуационных процессов.

См. также **18.02-01.73**, **18.02-01.94**, **18.02-01.96**, **18.02-01.101**

Нелинейная акустика

Нелинейные параметры среды

18.02-01.181 О восприятии искажений акустических сигналов, обусловленных нелинейностью фазовой частотной характеристики системы. *Продус А.Н. КОНСОНАНС-2015. Акустический симпозиум (29—30 сентября 2015 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2015, с. 171-178. Рус.

Показано, что для слуховой системы человека приемлемыми являются фазовые искажения речевых и музыкальных сигналов, если максимальная разница групповых времен задержки в области высоких и низких частот не превышает 50—70 мс.

18.02-01.182 Управление эффективностью генерации излучения на утроенной частоте при взаимодействии волн с малым числом колебаний в нелинейных средах. *Князев М.А., Козлов С.А. Квантовая электроника. 2018. 48, № 2, с. 119-123. Рус.*

Показано, что взаимодействие волн, состоящих из малого числа колебаний и распространяющихся под углом друг к другу, может приводить в средах с безынерционной кубической нелинейностью к значительному увеличению эффективности генерации излучения на утроенной частоте, при этом перераспределения энергии между пересекающимися пучками с широким спектром не происходит.

Теория нелинейных акустических волн

18.02-01.183 Нелинейное взаимодействие волн в акустических пучках с поперечным фазовым распределением. *Дудзинский Ю.М., Маничева Н.В., Бондарь А.А. КОНСОНАНС-2015. Акустический симпозиум (29—30 сентября 2015 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2015, с. 84-89. Рус.

Рассматривается параметрический излучатель в виде антенны, по поверхности которой задано линейное фазовое распределение амплитуды. Используя модель Хохлова—Заболотской, получено аналитическое решение, описывающее как ближнее, так и дальнее поле излучателя. Показано, что в ближнем по-

ле можно увеличить амплитуду вторичной волны разностной частоты (т.е. КПД параметрической антенны) при определенном фазировании сигнала на излучающей поверхности. Также показано, что в ближней и прожекторной зоне угол поворота характеристики направленности параметрической антенны отличается от угла фазирования первичных волн накачки на ее излучающей поверхности. Получено нелинейное соотношение между этими углами.

18.02-01.184 Численное исследование физически нелинейной задачи о продольном изгибе трехслойной пластины с трансверсально-мягким наполнителем. *Бадриев И.Б., Макаров М.В., Паймушин В.Н. Прикладная математика и вопросы управления. 2017, № 1, с. 39-51. Рус.*

Проведено численное исследование физически нелинейной задачи о продольном изгибе бесконечно длинной трехслойной пластины с трансверсально-мягким наполнителем. Предполагается, что в правом торцевом сечении несущие слои жестко заземлены и отсутствует адгезионное соединение наполнителя с опорным элементом, в левом торцевом сечении несущие слои шарнирно оперты на абсолютно жесткие в поперечном направлении диафрагмы, склеенной с торцевым сечением наполнителя. Задача рассматривается в одномерной геометрически нелинейной постановке. Предполагается, что зависимость между касательным напряжением и деформацией поперечного сдвига соответствует идеальной упругопластической модели, т.е. модули касательных напряжений в наполнителе не превосходят некоторого предельного значения. Это условие означает недопущение разрушения конструкции и соответствует учету физической нелинейности в наполнителе по модели идеальной упругопластической модели. Обобщенная постановка сформулирована в виде задачи поиска седловой точки некоторого обобщенного функционала Лагранжа. Исследованы свойства функционала. Доказана выпуклость, полунепрерывность снизу и коэрцитивность по основным переменным (перемещениям точек срединных поверхностей несущих слоев), вогнутость, полунепрерывность сверху и антикоэрцитивность по множителям Лагранжа (касательным напряжениям в наполнителе). Это дало возможность при доказательстве теоремы существования и единственности использовать общую теорию существования седловых точек. Для решения задачи предложен двухслойный

итерационный метод типа Удзавы, каждый шаг которого сводится к решению линейной задачи теории упругости и нахождению проекции на выпуклое замкнутое множество. Установлена сходимость метода. С помощью разработанного в среде Mat Lab комплекса программ проведены численные эксперименты для модельной задачи. Проведен анализ полученных результатов. Результаты численных экспериментов соответствуют физической картине.

18.02-01.185 Об одной обратной задаче для уравнения типа Бюргерса. *Белов Ю.Я., Коршунов К.В. Сибирский журнал индустриальной математики.* 2013. 16, № 3, с. 28-40. Рус.

Рассмотрена задача идентификации функции источника для уравнения типа Бюргерса. Данная задача исследована в двумерном случае с данными Коши и смешанными краевыми условиями в прямоугольной области. Получены условия на входные данные, гарантирующие однозначную разрешимость указанных задач в классах гладких ограниченных функций.

18.02-01.186 Эффект отрицательной скорости частиц в солитонном газе в рамках уравнений типа Кортевега—де Вриза. *Шургалова Е.Г., Пелиновский Е.Н., Горшков К.А. Вестник МГУ. Серия 3: Физика. Астрономия.* 2017, № 5, с. 10-16. Рус.

Исследуется эффект смены направления движения дефекта (солитона малой амплитуды) в солитонных решетках, описываемых интегрируемыми уравнениями типа Кортевега—де Вриза (КдВ и мКдВ). Проявление данного эффекта возможно в результате отрицательного сдвига фаз малых солитонов в момент их нелинейного взаимодействия с большими солитонами, о чем упоминалось ранее в рамках уравнения КдВ. В недавней работе было найдено выражение для средней скорости солитона в «холодном» газе КдВ через кинетическую теорию, из которого также следует этот эффект, хотя он и не отмечался. Здесь будет показано, что критерий отрицательной скорости оказывается одинаковым для обоих интегрируемых уравнений (КдВ и мКдВ), причем его можно найти из простых кинематических соображений без использования кинетической теории. Исследована усредненная динамика «наименьшего» солитона в солитонном газе, состоящем из солитонов со случайными амплитудами, и выведен усредненный критерий смены знака его скорости, подтвержденный численным решением в рамках уравнений КдВ и мКдВ.

Распространение интенсивных волн, пилообразные и слабые ударные волны

18.02-01.187 Импульсные функции в акустических системах. *Сокол Г.И., Тучина У.Н. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 246-251. Рус.

Рассмотрено использование импульсных функций в акустических процессах. Это воздействие на среду периодической последовательностью пилообразных ударных волн, периодические возмущения среды во время работы пульсирующего воздушно-реактивного двигателя, воздействие периодических ударных волн на расплавы при выплавке металлов.

Нелинейная акустика твердых тел

18.02-01.188 Ударное взаимодействие двух одинаковых упругих сферических тел. *Марченко Т.А. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 125-130. Рус.

Численно-аналитическим методом решается осесимметричная задача нестационарного контактного взаимодействия одинаковых упругих сферических тел, рассматриваются различные постановки задачи в зависимости от способа определения координат границы области контакта. Приводятся численные результаты силы реакции между рассматриваемыми сферами, нормальных напряжений в точке первоначального контакта.

18.02-01.189 Экспериментально-теоретическое исследование локализованных форм термического уста-

лостного разрушения при ультразвуковых частотах нагружения. *Якименко Н.Н. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 281-286. Рус.

Проведено экспериментально-теоретическое исследование термического усталостного разрушения прямоугольной призмы с надрезом при ультразвуковых частотах нагружения.

18.02-01.190 Нестационарное деформирование прямоугольной призмы. *Папков С.О., Чехов В.Н. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 255-260. Рус.

На основе анализа однородной квазирегулярной бесконечной системы линейных алгебраических уравнений построены собственные формы колебаний прямоугольной призмы. Использование преобразования Лапласа позволило получить представление решения задачи о динамическом деформировании прямоугольной призмы в виде разложения по собственным формам колебаний. Проведены численные исследования для квадратного поперечного сечения при затухающей внешней нагрузке.

18.02-01.191 Исследование нелинейных эффектов в акустическом поле материала с усталостной трещиной. *Безьянная К.Ю., Комаров К.А., Талько О.В. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября—01 октября 2009 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 61-66. Рус.

18.02-01.192 О пространственном моделировании процесса накопления пластических деформаций с учетом процесса разгрузки материала при динамическом нагружении. *Богданов В.Р., Сулим Г.Т. КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1–2 октября 2013 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 32-37. Рус.

На основе решения пространственной задачи напряженно-деформированного состояния для материала с поперечным сечением в форме прямоугольника с пропилом-трещиной посредине (плоский прямоугольный образец с краевой трещиной — SENB) для определения вязкости разрушения при трехточечном изгибе в динамической упругопластической постановке с учетом процесса разгрузки материала определяются зоны пластических деформаций для разных металлов.

18.02-01.193 Метод возмущений в задаче о сжимающе-сдвиговой ударной нагрузке для нелинейно-упругого полупространства. *Иванова Ю.Е., Рагозина В.Е. Известия РАН. Механика твердого тела.* 2018, № 1, с. 89-102. Рус.

На примере одномерной нестационарной задачи о косом ударе по границе нелинейно-упругого изотропного полупространства изучается вопрос проявления нелинейных эффектов деформирования через базовые эволюционные уравнения. Наибольшее внимание уделено поведению решения за передним фронтом квазипоперечной ударной волны. Для частных случаев краевых условий показано, что область возникновения эволюционного уравнения квазипоперечной волны предвращается серией предварительных переходов к промежуточным внутренним задачам метода малого параметра, определяемым типом предварительной объемной деформации. Эта деформация согласованно влияет на искажение характеристических координат и переднего фронта квазипоперечного процесса. Как следствие, переход к эволюционному уравнению квазипоперечных волн происходит при одновременном изменении всех независимых переменных краевой задачи.

18.02-01.194 Численное моделирование напряжённо-деформированного состояния стеклопластиковой цилиндрической оболочки, подкреплённой шпангоутами переменной толщины, к одному из которых приложены локальные осевые нагрузки. *Сухомлинов Л.Г., Шиврин М.В. Космонавтика и ракетостроение.* 2018, № 1, с. 127-134. Рус.

Представляются результаты численного моделирования напряжённо-деформированного состояния стеклопластиковой цилиндрической оболочки, подкреплённой шпангоутами переменной толщины, в случае приложения двух локальных осевых

нагрузок к одному из них. Указывается, что расчёты были выполнены в рамках линейной теории тонких ортотропных оболочек с применением предложенной ранее методики, основанной на одновременном использовании методов численного интегрирования и конечных элементов. Отмечается, что надёжность получаемых численных решений в окрестностях локально приложенных нагрузок подтверждается хорошим согласованием результатов расчётов с использованием обоих вычислительных подходов.

18.02-01.195 Суперпозиция решений Надаи и Прандтля для системы двумерной идеальной пластичности. Язго Л.В. *Сибирский журнал индустриальной математики*. 2009. 12, № 3, с. 151-158. Рус.

Приводится общий алгоритм преобразования точных решений системы плоской идеальной пластичности среды Мизеса с использованием принципа суперпозиции решений, возникающего как следствие допускаемости исходной системой бесконечной группы симметрий. В качестве примера рассматривается связь между известными точными решениями: решением Прандтля для тонкого слоя, сжимаемого шероховатыми твердыми плитами, и решением Надаи для радиального распределения напряжений в сходящемся канале формы плоского клина.

См. также 18.02-01.184

Акустические течения и радиационное давление

18.02-01.196 Осредненные течения в осциллирующей сфероидальной полости с эластичной стенкой. Козлов В.Г., Сабиров Р.Р., Субботин С.В. *Известия РАН. Механика жидкости и газа*. 2018, № 2, с. 16-26. Рус.

Экспериментально изучается течение, возникающее в сфероидальной полости с периодически деформируемой эластичной стенкой. Обнаружено, что в жидкости возникают осредненные потоки, интенсивность и структура которых зависят от частоты и амплитуды колебаний стенки. Осредненное течение генерируется в пограничном слое Стокса, относительная толщина которого характеризуется безразмерной частотой вибрационного воздействия. В области низких безразмерных частот, когда толщина пограничного слоя сравнима с характерным размером полости, наблюдается течение в виде пары тороидальных вихрей, занимающих весь объем полости. Повышение безразмерной частоты (уменьшение относительной толщины слоев Стокса) приводит к смещению первичных вихрей к границе полости. При этом в центральной части полости над первичными формируются вторичные вихри противоположной закрутки. Дальнейшее повышение безразмерной частоты приводит к развитию вторичных вихрей и росту интенсивности течения в них. В области высоких безразмерных частот крупномасштабные вторичные вихри занимают практически весь объем полости. По результатам исследований найдены зависимости режимов осредненных течений и их интенсивности от управляющих безразмерных параметров, амплитуды и частоты колебаний.

18.02-01.197 Осредненное течение, генерируемое ядром, колеблющимся во вращающейся сферической полости. Козлов В.Г., Субботин С.В. *Прикладная механика и техническая физика*. 2018. 59, № 1, с. 28-38. Рус.

Экспериментально исследуется осредненное течение, генерируемое колебаниями внутреннего ядра в заполненной жидко-

стью вращающейся сферической полости. Ядро, плотность которого меньше плотности жидкости, находится вблизи центра полости, и на него оказывает воздействие центробежная сила. Наличие силы тяжести, направленной перпендикулярно оси вращения, приводит к стационарному смещению ядра с оси вращения. Вследствие этого в системе отсчета, связанной с полостью, ядро совершает круговые колебания с частотой, равной частоте вращения, его центр движется по круговой траектории в экваториальной плоскости вокруг центра полости. Для того чтобы дифференциальное вращение ядра относительно полости отсутствовало, один из полюсов ядра соединен с ближним полюсом полости гибкой упругой на скручивание леской. Установлено, что колебания ядра возбуждают в полости осесимметричное осредненное азимутальное течение в виде системы вложенных жидких столбов, вращающихся с различными угловыми скоростями. Проведено сравнение со случаем свободного колеблющегося ядра, которое в результате колебаний совершает осредненное дифференциальное вращение. Сделан вывод о существовании двух независимых механизмов генерации потоков, действующих в экмановских пограничных слоях при дифференциальном вращении и в осциллирующих пограничных слоях при наличии колебаний. DOI: 10.15372/PMTF20180104.

Источники интенсивного звука, фокусирующие устройства

18.02-01.198 Полный доплеровский спектр при рассеянии импульсных сфокусированных волн на аксиально-симметричных потоках. Баранник Е.А., Скресанова И.В. *КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.)*. Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 26-31. Рус.

На основе известного решения для спектров мощности доплеровских сигналов, формируемых откликом линии тока, в настоящей работе получены общие аналитические выражения для полных доплеровских спектров мощности при рассеянии импульсных сфокусированных волновых пучков на аксиально-симметричных потоках. Получено, в частности, выражение для куазейлевского потока, устанавливающее коэффициент пропорциональности между средней по сечению кровеносного сосуда скоростью потока крови и средней частотой доплеровского спектра. Найденные выражения позволяют повысить точность измерения диагностически важных параметров потоков крови.

Методы измерений и инструменты нелинейной акустики

18.02-01.199 Принципы нелинейной акустодиагностики поликомпонентных материалов. Безымянный Ю.Г. *КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября—01 октября 2009 г.)*. Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 67-72. Рус.

Рассмотрены модели упругого твёрдого тела, в рамках которых могут производиться экспериментальные исследования нелинейных эффектов в малоинтенсивных акустических полях поликомпонентных материалов, получаемых методами порошковой металлургии. Для каждой модели проведен анализ применимых для нелинейной акустодиагностики параметров. Приведены экспериментальные результаты, подтверждающие возможности практического использования указанных моделей для нелинейной акустодиагностики поликомпонентных материалов.

Физическая акустика

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

18.02-01.200 Скорость звука в жидкой фазе изомеров гексана. Неручев Ю.А., Радченко А.К. *Теплофиз. вы-*

сок. температур. 2018. 56, № 1, с. 137-140. Рус.

Импульсно-фазовым методом в интервале от -30°C до критической точки измерена скорость звука на линии насыщения в жидкой фазе 2-метилпентана, 3-метилпентана и 2,2-диметилбутана. Неопределенность полученных значений скорости звука не превышает 1 м/с.

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

18.02-01.201 Скорость звука в жидких первичных нормальных спиртах. Sound velocity in liquid primary normal alcohols. *Khassanshin T.S. Теплофиз. высок. температур.* 1991. 29, № 4, с. 710-716. Англ.

18.02-01.202 Одножидкостная модель смеси для ламинарных течений высококонцентрированных суспензий. *Гаврилов А.А., Шебелев А.В. Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2018, № 2, с. 84-98. Рус.

Построена модель ламинарных течений высококонцентрированных суспензий. Модель включает уравнение движения для смеси и уравнение для переноса концентрации частиц с учетом межфазного скольжения. Суспензия рассматривается как ньютоновская жидкость с эффективной вязкостью, зависящей от локальной концентрации частиц. Давление континуума частиц, вызванное межчастичным взаимодействием, и гидродинамическая сила сопротивления с учетом стесненности описываются эмпирическими соотношениями. Граничное условие частичного скольжения для скорости смеси на стенке моделирует формирование слоя скольжения вблизи стенки. Модель тестируется на данных эксперимента для вращательного течения Куэтта и течения в плоском канале с нейтрально плавучими частицами и на задаче об установившемся течении с тяжелыми частицами в горизонтальной трубе. На основе сравнения с экспериментальными данными показано хорошее предсказание зависимости перепада давления от скорости смеси и удовлетворительное согласование по зависимости переносимой концентрации частиц от скорости течения.

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

18.02-01.203 Влияние анизотропии на структуру волновых полей в упругих акустических кристаллах. *Моисеенко В.А. КОНСОЛАНС-2007. Акустический симпозиум (25–27 сентября 2007 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2007, с. 183-191. Рус.

В трехмерной постановке предложен эффективный аналитический подход к исследованию влияния анизотропии на кинематическую структуру волновых полей в акустических кристаллах гексагональной, кубической и орторомбической структуры. Этот подход основан на сведении полной системы уравнений движения пространственных волноводных объектов из анизотропных акустических кристаллов к решению независимых разрешающих волновых уравнений путем замены зависимых компонент вектора перемещений через независимые волновые потенциалы. С использованием разработанного подхода для конкретного широкого набора реальных анизотропных акустических кристаллов исследовано влияние анизотропии упругих свойств материала на кинематическую структуру волновых полей в них. Изучены особенности различных форм представления общего решения полной системы уравнений движения и особенности структуры волновых полей для каждого из рассмотренных акустических кристаллов с упругими свойствами гексагональной, кубической и орторомбической структуры, проведено сравнение с различными известными решениями для изотропного и трансверсально-изотропного случаев упругой симметрии.

18.02-01.204 Температурная зависимость скорости ультразвука и полученная из нее объемная зависимость модуля упругости некоторых металлов. *Пашук Е.Г., Пашаев В.П. Теплофиз. высок. температур.* 1983. 21, № 3, с. 479-483. Рус.

Приведены результаты измерений температурной зависимости скорости ультразвука в жидких Cd, Ga, In, Tl, Sn, Pb и Bi в интервале температур от $T_{пл}$ до 1000 K и твердых поликристаллических In, Sn, и Pb. Данные использованы для расчета температурной зависимости показателя Пуассона и изотермического модуля упругости (M_T). На основе результатов измере-

ний и литературных данных сделан вывод о том, что $\ln M_T$ от приведенного к 0 K объемного расширения твердых металлов и их расплавов пересекаются в точке затвердевания. Тангенсы угла наклона соответствующих прямых равны только для металлов с большим атомным объемом.

См. также **18.02-01.55**

Акустика ГГц частот; Бриллюэновское рассеяние

18.02-01.205 Моделирование сочленения прямоугонных волноводов разного размера с учетом особенности на входящих ребрах. *Боголюбов А.Н., Ерохин А.И., Пижиков В.М., Могилевский И.Е., Светкин М.И. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф.* М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 75-78. Рус.

При создании устройств терагерцового диапазона все чаще находят применение электродинамические структуры на основе отрезков прямоугольных периодических волноводов лестничного типа. При численном анализе подобных систем особую сложность для исследования представляет собой область скачкообразного изменения сечения, в которой необходимо выполнить условия сшивания полей одного отрезка волновода с одним или несколькими отрезками волноводов других размеров. При этом в областях стыка возникают входящие металлические ребра, что приводит к появлению особенностей полей в их окрестностях, требующих специальной обработки для сохранения точности вычислений. В работе предлагается метод сшивания электромагнитных полей в области стыка волноводных систем прямоугольных сечений различного размера, основанный на непрерывности в среднем потока энергии. Для учета особенностей полей, возникающие в окрестности входящих металлических ребер, используются полиномы Гегенбауэра. На основе предложенных проекционных соотношений строится матрица трансформаций, связывающая комплексные амплитуды полей в различных сечениях волновода.

18.02-01.206 Исследование периодических волноводов сложной геометрии терагерцового диапазона. *Боголюбов А.Н., Ерохин А.И., Пижиков В.М., Светкин М.И. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф.* М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 85-88. Рус.

Рассматривается математическая модель идеально проводящей периодической волноводной системы кусочно-постоянного сечения. Устройства с подобной геометрией, состоящей из отрезков волноводов прямоугольного сечения, все чаще находят применение при создании устройств терагерцового диапазона. Данная задача описывается системой уравнений Максвелла, дополненной граничными условиями на металле и условиями Флоке на сечениях, отстоящих на один период структуры. Представленная модель основана на неполном методе Галеркина и проекционном сшивании полей в области скачков сечений. Такой подход при численном анализе может приводить к матричным задачам с плохо обусловленными матрицами из-за одновременного наличия экспоненциально возрастающих и убывающих матричных коэффициентов. Предлагаемый в данной работе метод дополнительно учитывает направления распространения волн на каждом регулярном участке в рассматриваемой системе, что позволяет исключить экспоненциально возрастающие элементы и улучшить обусловленность матриц. При этом в явном виде учитываются переотражения волн, происходящие внутри одного периода системы. На основе предложенного алгоритма строятся дисперсионные характеристики различных структур. Исследовалась сходимость данного метода к предельным случаям.

18.02-01.207 Терагерцовая плазмоника в НТЦ УП РАН. *Жижин Г.Н., Никитин А.К., Хасанов И.Ш. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и об-*

работки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 174-176. Рус.

Представлена хронология разработки тематики поверхностных плазмон-поляритонов (разновидности поверхностных электромагнитных волн на проводящей поверхности) терагерцового (ТГц) диапазона в НТЦ УП РАН. Обоснована актуальность тематики, описаны этапы её освоения, технологические и организационные трудности, достижения и обнаруженные эффекты, перспективы развития тематики в стенах НТЦ УП РАН и вне их.

18.02-01.208 Измерения электрических зарядов вблизи твердых тел при гиперзвуковом движении. Measurements of electric charges near solids during hyperacoustic movement. *Pilyugin N.N. Теплофиз. высок. температур.* 1994. 32, № 1, с. 114-126. Англ.

Акустическая кавитация, сонолюминесценция

18.02-01.209 Исследование некоторых свойств кавитирующей жидкости звукокапиллярным методом. *Розина Е.Ю. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 207-212. Рус.

Обсуждаются проявления звукокапиллярного эффекта, положенные в основу метода исследования свойств кавитирующей жидкости. Приводятся результаты исследования вязкости и электропроводности жидкостей, подвергнутых локальному кавитационному воздействию.

18.02-01.210 О технических решениях по защите пьезокерамического преобразователя от негативного воздействия акустической кавитации. *Дрозденко О.И. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября–01 октября 2009 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 158-163. Рус.

18.02-01.211 Выявление оптимальных режимов и условий ультразвукового кавитационного воздействия, обеспечивающих максимальное увеличение межфазной поверхности эмульсий и суспензий. *Хмелев В.Н., Голых Р.Н., Доровских Р.С., Ильченко Е.В., Шакура В.А. Международная научная конференция "Техническая акустика: разработки, проблемы, перспективы. Витебск, 26–29 сентября 2016 г.* Витебск: Витебский государственный технологический ун-т. 2016, с. 25-27. Рус.

18.02-01.212 Повреждения поверхности ультразвукового волновода при кавитации, сопровождавшейся сонолюминесценцией. *Вироков Д.А., Вальяно Г.Е., Герасимов Д.Н. Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования.* 2018, № 2, с. 92-95. Рус.

Проведено исследование поверхности титанового (ВТ1-0) волновода, на котором наблюдался эффект сонолюминесценции. Последствия воздействия сонолюминесценции на волновод выражаются в образовании на его поверхности серии каверн. Данное исследование позволяет судить о температурах на поверхности волновода, что в свою очередь предоставляет возможность сделать оценку происходящих при сонолюминесценции процессов. Если полученный эффект — высокотемпературное явление, то на поверхности волновода следовало бы ожидать следы оплавления металла. Анализ титанового волновода показал, что наблюдаемое разрушение поверхности обусловлено механическим воздействием, а отсутствие видимых следов оплавления свидетельствует, вероятно, об отсутствии высоких температур.

Плазменная акустика

18.02-01.213 Численно-аналитический подход к анализу рассеивающих свойств несферических плазмонных частиц на подложке с учетом эффекта нелокальности. *Еремин Ю.А., Лопушенко И.В. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и ра-*

диолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 13-17. Рус.

В силу выдающихся успехов наноплазмоники и ее широкого внедрения во многие области человеческой деятельности, начиная от диагностики и лечения заболеваний до модернизации солнечных элементов и жидкокристаллических дисплеев, проблема моделирования плазмонных явлений становится все более актуальной. При её решении возникает множество затруднений, связанных как с вычислительной сложностью задачи, так и с ограничениями классической теории Максвелла при рассмотрении рассеивающих структур с размерами менее 10 нанометров, или имеющих малый радиус кривизны. Для корректного описания физических процессов в данных структурах необходим строгий учет так называемого эффекта нелокальности. В работе предлагается эффективный численно-аналитический подход для решения граничной задачи дифракции электромагнитных волн на несферической плазмонной наночастице в среде с подложкой. Базисом предлагаемого подхода является принципиальная схема метода Дискретных источников. Различные модификации этой схемы позволяют учесть не только эффект нелокальности, но и особенности геометрии плазмонной структуры.

18.02-01.214 Квазилинейная теория турбулентности плазмы. Истоки, идеи и эволюция метода. *Бакунин О.Г. УФН.* 2018. 188, № 1, с. 55-87. Рус.

Квазилинейный метод описания слабой плазменной турбулентности, безусловно, является важнейшим элементом современной физики плазмы. Сейчас это не только инструмент, позволяющий решать отдельные задачи, но и полноценная теория, представляющая большой общезначимый интерес. Задачей автора было показать, как эволюционировали ранние идеи описания взаимодействия волн и частиц в плазме в связи с быстрым расширением круга научных интересов теоретиков, работающих в области исследования турбулентности и турбулентного переноса.

18.02-01.215 Исследование процессов ударного торможения гиперзвуковых потоков плотной плазмы. *Камаруков А.С., Козлов Н.П., Протасов Ю.С. Теплофиз. высок. температур.* 1978. 16, № 6, с. 1235-1242. Рус.

Приведены результаты экспериментального исследования радиационно-газодинамических процессов ударного взаимодействия высокоскоростных плотных плазменных потоков, формируемых магнитоплазменными компрессорами, с плоскими и профилированными преградами в вакууме. Показано, что при торможении гиперзвуковых импульсных плазменных потоков значительная часть их кинетической энергии может быть преобразована в энергию излучения, при этом в ударно-сжатой области возможно достижение высоких яркостных температур плазмы. Излучательные характеристики разряда можно изменять в широком интервале путем изменения режима работы МПК и геометрии разрядного промежутка.

18.02-01.216 Возбуждение нелинейных акустических колебаний в движущейся неоднородной плазме. Уравнения для амплитуд взаимодействующих волн. Excitation of nonlinear acoustic vibrations in moving nonuniform plasma. Equations for interacting wave amplitudes. *Котов В.И., Rutkevich I.M. Теплофиз. высок. температур.* 1991. 29, № 1, с. 35-44. Англ.

18.02-01.217 Получение водорода в акустоплазменном разряде в жидкости. *Бульчев Н.А., Кириченко М.Н., Аверюшкин А.С., Казарян М.А. Оптика атмосферы и океана.* 2018. 31, № 3, с. 226–228. Рус.

Показано, что инициируемая в жидкофазных средах в разрядном промежутке между электродами низкотемпературная плазма способна эффективно разлагать водородсодержащие молекулы органических соединений с образованием газообразных продуктов, в которых доля водорода превышает 90% (по данным газовой хроматографии). Предварительные оценки энергетического КПД с учетом теплоты сгорания водорода и исходных веществ, а также затрат электроэнергии дают значения ~60–70% в зависимости от состава исходной смеси. Проведены теоретические расчеты напряжения и тока разряда при моделировании процесса, которые согласуются с данными

эксперимента.

18.02-01.218 О разрушении решений одного полного нелинейного уравнения ионно-звуковых волн в плазме с некоэрцитивными нелинейностями. *Корпусов М.О., Лукьяненко Д.В., Пачин А.А., Юшков Е.В. Известия Российской академии наук. Серия математическая.* 2018. 82, № 2, с. 43-78. Рус.

Рассмотрена серия начально-краевых задач для уравнения ионно-звуковых волн в плазме. Для каждой из них доказана локальная (по времени) разрешимость и проведено аналитико-численное исследование разрушения решения. Методом пробных функций получены достаточные условия разрушения решения за конечное время и оценка сверху на время разрушения. В конкретных численных примерах эти оценки уточнены численно методом сгущения сеток. Таким образом, аналитическая и численная части исследования взаимно дополняют друг друга. Промежутки времени для численного счета выбирается согласно аналитически полученной оценке сверху на время разрушения решения. В свою очередь, численное моделирование уточняет момент и характер этого разрушения.

18.02-01.219 Эффективный подход к описанию переноса тепла и многокомпонентной диффузии в ионизованных газах. *Колесников А.Ф. Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2018, № 2, с. 139-148. Рус.

Для многокомпонентной двухтемпературной плазмы выведены формулы для тепловых потоков тяжелых компонентов и электронов, а также соотношения Стефана—Максвелла для диффузионных потоков в магнитном поле с учетом высших приближений в ортогональных разложениях функций распределения компонентов по полиномам Сонина. Получены точные формулы для комплексных коэффициентов переноса тяжелых компонентов и электронов в существенно более простой форме, чем в стандартной процедуре метода Чепмена—Энскога, с минимальным числом обращений матриц минимального порядка.

18.02-01.220 Усиление альфвеновских волн в результате нелинейного взаимодействия с быстрой магнитоакустической волной в акустически активной проводящей среде. *Белов С.А., Молевич Н.Е., Завершинский Д.И. Письма в Журнал технической физики.* 2018. 44, № 5, с. 41-48. Рус.

Показано, что в изоэнтропически неустойчивой тепловыделяющей плазме возможно биэкспоненциальное усиление альфвеновских волн. Усиление происходит благодаря параметрической перекачке энергии к альфвеновским волнам от быстрой магнитоакустических волн, направленных ортогонально альфвеновским волнам. DOI: 10.21883/PJTF.2018.05.45706.16954.

Акустика вязкоупругих материалов

18.02-01.221 О целесообразности учета коэффициента объемной вязкости в задачах газовой динамики. *Никитченко Ю.А. Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2018, № 2, с. 128-138. Рус.

Рассмотрены модели течений в первом (навье—стоксовом) приближении. На примере задачи о профиле плоской ударной волны исследовано влияние коэффициента объемной вязкости на получаемые решения. Показано, что в течениях с низкой динамической неравновесностью, для которых модели первого приближения теоретически обоснованы, учет коэффициента объемной вязкости позволяет улучшить решение. В условиях высокой динамической неравновесности предпочтительно использовать двухтемпературные модели течения.

18.02-01.222 О взаимном влиянии волнового движения и характера распределения поверхностно-активного вещества. *Белоножко Д.Ф., Очиров А.А. Известия РАН. Серия физическая.* 2018. 82, № 1, с. 47-51. Рус.

Аналитически исследованы закономерности распространения волн по поверхности вязкой жидкости, покрытой упругой нерастворимой пленкой поверхностно-активного вещества. Установлена взаимосвязь между декрементом затухания капиллярно-гравитационных волн и характером распределения максимумов поверхностной концентрации поверхностно-

активного вещества относительно гребней волн в зависимости от упругости пленки.

См. также 18.02-01.128

Наноакустика, акустика тонких пленок и капель с наночастицами

18.02-01.223 Электрофизические и вольт-амперные характеристики тестовых диодных структур на основе массивов оксидно-ниобиевых наноэмиттеров. *Бобин Н.А., Егоров К.В., Карнеев В.М., Ризаханов Р.Н., Сигалаев С.К., Татаренко Н.И. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 9-я междунар. конф. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова.* 2016, с. 137-141. Рус.

Поверхностные волны в твердых телах и жидкостях

18.02-01.224 Вторые гармоники нормальных SH волн в анизотропном слое с разнотипными краевыми условиями на граничных поверхностях. *Кусливая А.А., Сторожев В.И. КОНСОНАНС-2007. Акустический симпозиум (25—27 сентября 2007 г.).* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2007, с. 127-133. Рус.

Вопросам анализа нелинейных эффектов при распространении нормальных упругих волн малой интенсивности в анизотропных упругих волноводах посвящен ограниченный круг исследований. Актуальная в теоретическом и прикладном отношениях проблема описания свойств нелинейных нормальных волн в упругих волноводах пространственного геометрического строения остается на сегодняшний день открытой по многим аспектам из-за чрезвычайной сложности неоднородных краевых задач, которые описывают данные волновые эффекты. В данной работе рассматривается задача определения нелинейных ангармонических возмущений для нормальных волн, которые распространяются в плоскопараллельном анизотропном упругом волноводе (слое пространственной геометрии толщиной $2h$) из материала кубической системы. Материалом волновода является монокристалл класса $m3m$. На плоских граничных поверхностях (гранях слоя) задаются разнотипные краевые условия: одна грань, по предположению, свободна, а вторая жестко закреплена. Данные условия заключаются в равенстве нулю напряжений на одной грани и упругих волновых смещений в плоскости другой грани.

18.02-01.225 Выделение краевых волн от импедансного клина методом равномерной теории дифракции. *Ахияров В.В., Борзов А.Б., Карахулин Ю.В., Сучков В.В. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 9-я междунар. конф. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова.* 2016, с. 51-55. Рус.

18.02-01.226 Краевая волна от ребра идеально проводящего клина с покрытием при моностатическом рассеянии. *Ахияров В.В., Сучков В.В., Карахулин Ю.В. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1—4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова.* 2017, с. 104-107. Рус.

Рассматривается обобщение полученного ранее решения для краевой волны от ребра импедансного клина на случай идеально проводящего клина с покрытием. Приведены результаты расчетов коэффициентов отражения от идеально проводящей плоскости с покрытием для ТЕ-поляризации падающего поля. Вычисления проводились по строгим формулам и в предположении, что на границе раздела «покрытие — свободное пространство» выполняются импедансные краевые условия Леонтовича. Получены угловые диаграммы краевых волн для различных значений толщины покрытия.

18.02-01.227 Локализация поверхностных волн малыми возмущениями границы погруженного тела. Назаров С.А. *Сибирский журнал индустриальной математики*. 2011. 14, № 1, с. 93-101. Рус.

При условии симметрии показано, что путем образования тонкого желобка на плоской, параллельной горизонту жидкости поверхности тела в цилиндрическом канале можно добиться следующего эффекта в линейной задаче о волнах на воде: на любом сколь угодно коротком интервале непрерывного спектра образуется любое наперед заданное количество собственных чисел, порождающих «локализованные» решения, т. е. принадлежащие пространству Соболева.

18.02-01.228 Восстановление граничной функции по данным наблюдений для задачи распространения поверхностных волн в акватории с открытой границей. Дементьева Е.В., Кареева Е.Д., Шайдуров В.В. *Сибирский журнал индустриальной математики*. 2013. 16, № 1, с. 10-20. Рус.

Предложен итерационный алгоритм восстановления по данным наблюдений неизвестной граничной функции, описывающей влияние океана на открытую границу расчетной области. Алгоритм опирается на методику решения обратных задач с использованием сопряженных уравнений и методов оптимального управления. Алгоритм протестирован на модельной задаче для акватории Охотского моря.

18.02-01.229 Моделирование частотных сдвигов мод шепчущей галереи, индуцированных вращением. Венедиктов В.Ю., Кукаев А.С., Филатов Ю.В., Шалымов Е.В. *Квантовая электроника*. 2018. 48, № 2, с. 95-104. Рус.

Исследованы датчики угловой скорости на основе резонаторов мод шепчущей галереи. При вращении таких резонаторов проявляются различные эффекты, которые могут вызывать спектральный сдвиг их мод. Оптические методы позволяют определять этот сдвиг с высокой точностью, что может использоваться на практике для измерения угловой скорости в инерциальных системах ориентации и навигации. Рассмотрены основные принципы построения датчиков угловой скорости на основе этих эффектов, отмечены их достоинства и недостатки. Также исследуется взаимосвязь эффектов и возможность их влияния друг на друга. Опираясь на аналитические исследования эффектов, рассматривается возможность их комбинированного использования для измерения угловой скорости.

Акустоэлектроника

18.02-01.230 Квазидвумерные дихалькогениды переходных металлов: структура, синтез, свойства и применение. Чернозатонский Л.А., Артюх А.А. *УФН*. 2018. 188, № 1, с. 3-30. Рус.

Электронные состояния в металлических и полупроводниковых квазидвумерных (2D) кристаллах могут иметь необычные характеристики, которые приводят к новым электронным и оптическим явлениям. Рассмотрены результаты последних исследований нового класса 2D соединений — дихалькогенидов переходных металлов: структура, методы получения, электронные, механические и оптические свойства, дефекты и их влияние на свойства материалов, условия, способствующие их формированию. Рассмотрены уникальные свойства монослойных и многослойных материалов и их зависимость от воздействия внешних факторов. Обсуждаются перспективы дальнейшего применения этих материалов. Описаны приложения различных 2D дихалькогенидов переходных металлов: от нанолубрикантов, нанокompозитов, биосенсоров, элементов памяти и суперконденсаторов до оптико-электронных, спиновых и фотовольтаических устройств.

18.02-01.231 Накопители электронов с малым эмиттансом. Левичев Е.Б. *УФН*. 2018. 188, № 1, с. 31-54. Рус.

Получение предельно малого эмиттанса пучка электронов (позитронов) в накопителе является важной задачей для источников синхротронного излучения, линейных и циклических коллайдеров. В обзоре описываются способы уменьшения эмиттанса, перспективы развития накопителей релятивистских

электронов с малым фазовым объемом пучка, обсуждаются проблемы, связанные с минимизацией эмиттанса, и возможные пути их решения. Кратко рассматриваются особенности различных установок и технические аспекты их реализации.

Магнитоакустический эффект, осцилляции и резонанс

18.02-01.232 Методы управления характеристиками ультразвуковых преобразователей электромагнитного типа. Петрищев О.Н. *КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 267-272. Рус.

Ультразвуковые преобразователи электромагнитного типа используются при решении практических задач вибродиагностики, структурного анализа материалов при их неразрушающем контроле, в составе первичных преобразователей в системах электрического измерения неэлектрических величин, а также в ультразвуковых приборах обработки и преобразования электрических сигналов. Алгоритмы функционирования устройств, предназначенных для решения перечисленных выше задач, достаточно часто предполагают процедуру изменения характеристик ультразвуковых преобразователей в течении рабочего цикла. Так, одной из центральных проблем вибродиагностики является селекция типов упругих волн и это означает, что в процессе измерения необходимо настраивать приемники упругих колебаний на прием продольных, крутильных и изгибных волн. При обработке электрических сигналов часто возникает необходимость в выполнении частотной фильтрации и это предполагает применение ультразвуковых преобразователей с перестраиваемыми частотными характеристиками. При измерениях параметров углового или линейного движения с помощью первичных ультразвуковых преобразователей возникает проблема определения направления движения контролируемого объекта. Для решения этой задачи требуются преобразователи с управляемым направлением излучения или приема упругих волн. По сути речь идет об управлении параметрами характеристики направленности ультразвукового преобразователя. Подобная ситуация управления характеристикой направленности приемника ультразвуковых волн возникает при определении координат источника шумов акустической эмиссии. До недавних пор все проблемы, связанные с управляемым изменением параметров ультразвуковых преобразователей, решались путем одновременного использования нескольких преобразователей с различными характеристиками. В течении рабочего цикла ультразвукового прибора осуществлялось переключение с одного преобразователя на другой. Такой способ управляемого изменения характеристик преобразователя не всегда мог быть реализован технологически и не всегда доставлял достоверные результаты. Если в устройстве, о которых шла выше речь, возможно применение ультразвуковых преобразователей электромагнитного типа, то возникает реальная и концептуально иная возможность создания управляемого преобразователя. Базовая структура ультразвукового преобразователя электромагнитного типа состоит из приемника (переменного магнитного поля, из источника постоянного магнитного поля подмагничивания и из некоторого объема металла, в котором, собственно, и происходит взаимная трансформация энергии переменного магнитного поля и напряженно-деформированного состояния упругой среды. Источники переменного и постоянного магнитных полей представляют собой, как правило, токопроводящие контуры. Коммутируя тем или иным способом соответствующие токовые структуры, можно существенно изменить характер постоянного и переменного магнитных полей и, стало быть, оказывать существенное воздействие на характеристики преобразователей электромагнитного типа как в режиме возбуждения, так и в режиме приема ультразвуковых волн. Таким образом, основная идея методов управления характеристиками ультразвуковых преобразователей электромагнитного типа заключается в электрической коммутации электрических контуров в составе источников переменного и постоянного магнитных полей. Рассмотрены некоторые примеры, которые доказывают реальность такого управления.

18.02-01.233 Распространение волн в магнитных

жидкостях с временной релаксацией. *Селезов И.Т. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 279-282. Рус.

Представлены традиционные и обобщенные уравнения феррогидродинамики, описывающие поведение магнитной жидкости (суспензии с феррочастицами размером 3–15 нм) с учетом температурной релаксации. В обобщенной модели учитываются эффекты сжимаемости и временной релаксации, что приводит к гиперболической системе уравнений, предсказывающей распространение волн с конечными скоростями.

18.02-01.234 Распространение волн в магнитоупругом теле с пустотами. *Селезов И.Т. КОНСОНАНС-2007. Акустический симпозиум (25–27 сентября 2007 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2007, с. 198-204. Рус.

1. Представлена континуальная модель магнитоупругой пористой среды, описывающая взаимодействие магнитоупругого поля с полем пористой фракции. 2. Проведена линеаризация и система уравнений сведена к трем разрешающим уравнениям. 3. Рассмотрена задача о распространении плоских волн и проведен качественный анализ дисперсионного уравнения. Показано сильное влияние магнитоупругих эффектов и пористости на распространение волн. 4. Приведена постановка новой задачи дифракции магнитоакустических волн на магнитоупругом пористом цилиндре и представлен качественный анализ в предельном случае жесткого цилиндра.

18.02-01.235 Волновая гиперболическая модель распространения возмущений в феррожидкости. *Селезов И.Т. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября–01 октября 2009 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 292-297. Рус.

Представлена новая обобщенная модель феррогидродинамики, в которой учитываются эффекты сжимаемости и тепловой релаксации. Система нелинейных уравнений линеаризуется относительно невозмущенного поля давления, плотности, температуры, скорости, напряженности магнитного поля и намагниченности. В результате исходные уравнения сводятся к системе трех разрешающих скалярных дифференциальных уравнений в частных производных гипербола-эллиптического типа, что предсказывает распространение волн с конечной скоростью в отличие от традиционной модели. Исследуется разрешимость соответствующих задач о распространении плоских волн. Показано, что решения типа стационарных волн не существуют. Получены условия разрешимости в случае распространения монокроматических волн.

18.02-01.236 О некоторых современных подходах к обработке цифровых сигналов и изображений в магнитно-резонансной томографии. *Кравченко В.Ф., Нуриджанян В.А., Чуриков Д.В. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 9-я междунар. конф. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2016, с. 66-68. Рус.*

18.02-01.237 Периодические нелинейные композитные среды на основе нанофотонных, металлофотонных и магнитофотонных кристаллов. *Синяевский Г.П., Безуглов Д.А., Черкесова Л.В., Шаламов Г.Н. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 135-138. Рус.*

Исследование электродинамических характеристик периодических нелинейных композитных сред на основе нанофотонных, металлофотонных и магнитофотонных кристаллов направлены на создание новой элементной базы радиоэлектроники XXI в. Нанофотоника имеет огромный потенциал использования в перспективных нанотехнологиях, направленных на создание радиоэлектронных устройств СВЧ, КВЧ и ГВЧ (субтерагерцового и терагерцового) диапазонов. Фотонно-кристаллические наноструктуры обладают впечатляющими возможностями по созданию перспективных устройств с малым потреблением и низкими потерями. Использование динамиче-

ских неоднородностей оказывает влияние не только на схемотехнические принципы работы устройств, но и на взаимодействие потоков электронов с волновыми процессами в твердых телах. Наибольшими функциональными возможностями обладают электрооптические и магнитооптические структуры — нанофотонные, металлофотонные и магнитофотонные кристаллы, способные за счёт воздействия электрических и магнитных полей изменять свои свойства в заданных пределах. Это обеспечивает возможность управления параметрами наноструктур, на основе которых возможно реализовать резонансные контуры нелинейных параметрических зонных систем (НПС), работающих на ультрагармониках тока в высших зонах неустойчивости электромагнитных колебаний.

18.02-01.238 Магнитоакустический генератор хаотических колебаний с задержкой и бистабильностью. *Литвиненко А.Н., Гришин С.В., Шараевский Ю.П., Тихонов В.В., Никитов С.А. Письма в Журнал технической физики. 2018. 44, № 6, с. 85-93. Рус.*

Приводятся экспериментальные результаты формирования хаотических колебаний в неавтономном магнитоакустическом генераторе, выполненном на основе гибридного магнитоакустического резонатора отражательного типа. Указанный генератор под внешним низкочастотным периодическим воздействием демонстрирует режимы квазипериодической и хаотической генерации. Хаотическая динамика магнитоакустического генератора обусловлена наличием в системе задержки и бистабильности. DOI: 10.21883/PJTF.2018.06.45771.16880.

См. также **18.02-01.220**

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

18.02-01.239 Панорамный ИК фурье-спектрорадиометр. *Морозов А.Н., Светличный С.И., Фуфурин И.Л. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 9-я междунар. конф. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2016, с. 14-18. Рус.*

18.02-01.240 О методах расчета оптических характеристик аппроксимантов аperiodических структур. *Домбровская Ж.О., Рыжикова Ю.В. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 9-я междунар. конф. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2016, с. 48-51. Рус.*

18.02-01.241 Моделирование спектра термостимулированных инфракрасных поверхностных плазмон-поляритонов, детектируемых на ребре металлического образца. *Никитин А.К., Та Тху Чанг, Хасанов И.Ш. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 9-я междунар. конф. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2016, с. 151-156. Рус.*

18.02-01.242 Синтез частоты для акустооптических фильтров. *Мартыанов П.С., Савин Ю.В. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 9-я междунар. конф. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2016, с. 156-159. Рус.*

18.02-01.243 Применение статического фурье-спектрометра для регистрации спектров комбинационного рассеяния света. *Голяк И.С., Есаков А.А. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 9-я междунар. конф. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2016, с. 175-177. Рус.*

18.02-01.244 Энергетически эффективный метод усреднения двумерных интерферограмм. *Васи-*

льев Н.С. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 9-я междунар. конф. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2016, с. 177-179. Рус.

18.02-01.245 Оптическая система применения изоб-ражающего акустооптического спектрометра для изме-рения температуры. **Батшеев В.И., Хохлов Д.Д.** Аку-стооптические и радиолокационные методы измерений и об-работки информации. 9-я междунар. конф. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы из-мерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2016, с. 180-183. Рус.

18.02-01.246 Исследование влияния отражения ульт-развукового пучка от грани акустооптической ячей-ки на структуру акустического поля. **Манцевич С.Н.** Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 9-я междунар. конф. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы из-мерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2016, с. 184-186. Рус.

18.02-01.247 Акустооптические устройства управле-ния параметрами лазерного излучения в оптоэлектрон-ных системах. **Аксенов Е.Т., Величко Е.Н., Пичуги-на Ю.В.** Акустооптические и радиолокационные методы из-мерений и обработки информации. 9-я междунар. конф. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. ме-тоды измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2016, с. 191-192. Рус.

18.02-01.248 Временные методы исследования сверхширокополосных распределенных устройств. **Чернышев С.Л.** Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 4-я междуна-родная конференция, 20–22 сентября 2011 г. М.: РНТОРЭС. 2011, с. 12-17. Рус.

Temporary methods of research of distributed UWB devices considered. The mechanism of reflections in irregular line and mathematical model of waves in this line found. The examples of temporal analysis and synthesis of distributed sharers and filters are given.

18.02-01.249 Исследование сверхширокополосной модифицированной балансной антенны Вивальди. **Чер-нышев С.Л., Виленский А.Р.** Акустооптические и радио-локационные методы измерений и обработки информации. 4-я международная конференция, 20–22 сентября 2011 г. М.: РНТОРЭС. 2011, с. 33-36. Рус.

In this paper the results of development of UWB radiator for ultrashot impulse X-band printed phased antenna arrays are presented UWB travelling wave slot balanced Vivaldi antenna was investigated and adapt for ultrashot impulse ton at X-band as an effective ultrawide band radiator with required characteristics. The modification of this aerial is send. Matching characteristics and radiation patterns were obtained both for single radiator and for radiator in periodic antenna arrays.

18.02-01.250 Использование двухканального фото-метра для регистрации гидродинамических явлений. **Иванов С.Г., Носов В.Н., Погонин В.И., Леонов В.И., Кузнецов В.А., Савин А.С., Зевалкин Е.А.** Акустооп-тические и радиолокационные методы измерений и обработ-ки информации. 4-я международная конференция, 20–22 сен-тября 2011 г. М.: РНТОРЭС. 2011, с. 96-98. Рус.

18.02-01.251 Оптимизация обработки сигналов сверхширокополосного радиотеплового излучения в радиометре модуляционно-компенсационного типа. **Павликов В.В.** Акустооптические и радиолокационные ме-тоды измерений и обработки информации. 4-я международ-ная конференция, 20–22 сентября 2011 г. М.: РНТОРЭС. 2011, с. 141-144. Рус.

Optimal algorithm of estimating parameters of its own ultra-wideband thermal radiation in single-channel radiometer undulation-compensation type is synthesized by the method of maximum likelihood. The basic operations of the optimal treatment

of its own thermal radiation of objects identified. Synthesized algorithm, unlike the well-known, requires the introduction of whitening filter. Unit the measurement error parameters are calculated The value of limiting error is twice larger than that of the radiometer without modulation. This is because the time parameter estimation due to modulation halved It is important to note that the quality of parameter estimation affects the observation time, the band radiometer operating frequencies and signal to noise ratio. In this frequency band is determined after the whitening filter, which expands the input band radiometer. This is a significant observation, since it also determines that whatever we do not have a wide frequency band it still needs to be enhanced to reduce the limits of measurement errors of the parameters.

18.02-01.252 Использование метода анализа незави-симых компонент в дифференциальной оптической аб-сорбционной спектроскопии. **Фадеев А.В., Пожар В.Э.** Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 4-я международная конференция, 20–22 сентября 2011 г. М.: РНТОРЭС. 2011, с. 145-148. Рус.

Распространенной практикой решения задачи атмосферного мониторинга является использование систем на основе мето-да дифференциальной оптической абсорбционной спектроско-пии (ДОАС). Такие системы позволяют проводить мониторинг в режиме реального времени и использовать при этом адап-тивные процедуры обработки. В докладе рассмотрены возмож-ности использования статистического метода анализа незави-симых компонент для обработки спектральных данных, полу-ченных на различных этапах работы измерительных систем на основе ДОАС, и приведены результаты экспериментальных ис-следований с использованием данных, полученных с помощью газоаналитической системы на основе перестраиваемых акусто-оптических фильтров, использующей метод ДОАС.

18.02-01.253 Спектральные оптические приборы в НТЦ УП РАН. **Балашов А.А., Булатов М.Ф., По-жар В.Э.** Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и об-раб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 18-21. Рус.

Представлен обзор современных средств получения спектральной информации, разрабатываемых в Научно-технологическом центре уникального приборостроения РАН: фурье-спектрометров, спектрометров, гиперспектрометров, стереоспектрометров и других спектральных устройств на ос-нове акустооптических перестраиваемых фильтров, а также других оптических приборов, используемых для спектральных исследований. Приведена классификация приборов по основ-ным свойствам и характеристикам.

18.02-01.254 Исследование вещества при высоких давлениях и температурах в лабораторных условиях. **Зинин П.В., Кутуза И.Б.** Акустооптические и радиоло-кационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РН-ТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. мето-ды измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 22-24. Рус.

Лазерный нагрев в алмазных наковальнях в настоящее время является единственным экспериментальным способом создания экстремальных статических давлений (>100 ГПа) и температур при исследовании минералов и синтезе новых сверхтвердых ма-териалов. В результате научно-исследовательских работ, прове-денных с начала 2015 года, в НТЦ УП РАН была создана уста-новка для измерения пространственного распределения темпе-ратуры объектов, находящихся внутри алмазной наковальни.

18.02-01.255 Возможности многолучевых систем в спутниковой СВЧ-радиометрии. **Данильчев М.В., Ер-маков Д.М., Кутуза Б.Г., Саворский В.П.** Акустоопти-ческие и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суз-даль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акусто-опт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РН-ТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 48-51. Рус.

Рассмотрены основные ограничения, характерные для суще-

ствующих аппаратных схем, реализующих различные базовые пространственно-временные способы сбора и обработки радиометрической информации. Предлагается способ улучшения показателей бортового радиометрического комплекса традиционного типа, за счет введения в его состав независимого радиометра, построенного на основе технологии многолучевых систем панорамного типа.

18.02-01.256 Программный комплекс регистрации и автоматической обработки данных с квантовомаскадного лазера. Самсонов Д.А. *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 63-66. Рус.*

Описаны методы получения и исследования инфракрасных спектров с помощью квантово-каскадного лазера. Представлена схема взаимодействия экспериментатора и установки с использованием специализированного программного обеспечения разработанного на базе языка программирования python 2.7. Также в работе дано описание всех главных алгоритмов используемых в программном обеспечении для предварительной обработки и анализа данных. В роли методов качественного и количественного анализа спектров приведены алгоритмы сравнения экспериментальных спектров пропускания со спектральной базы данных на основе метода наименьших квадратов и метода расчёта коэффициента корреляции. Рассмотрен анализ кросс-корреляции спектров базы данных и продемонстрирован рост ошибки с ростом кросс-корреляции. Также были проведены эксперименты по рассеянному излучению и апробирован метод Крамерса—Кронига для получения спектров поглощения из спектров рассеяния. Приведён алгоритм усреднения зашумленных спектров и оценена его эффективность. Проведены сравнительные эксперименты и получен вывод, демонстрирующий возможность успешного качественного и количественного анализа инфракрасных спектров поглощения и рассеяния, с использованием рассмотренных алгоритмов.

18.02-01.257 Импульсные лазеры на АИГ:Nd³⁺ с параметрическими генераторами света. Алампиев М.В., Ляшенко А.И. *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 184-186. Рус.*

Рассматривается задача создания параметрических генераторов света, накачиваемых импульсными лазерами на АИГ:Nd³⁺ с электрооптической модуляцией добротности резонатора. Предложены оптическая схема лазера с внутривибрационной параметрической генерацией света и режим работы, позволяющие повысить эффективность преобразования излучения лазера на АИГ:Nd³⁺ в ИК, видимый и терагерцовый спектральные диапазоны.

18.02-01.258 Оптика твердотельных лазеров для изменения пространственных параметров формируемого пучка. Носов П.А. *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 187-189. Рус.*

Обсуждаются способы формирования лазерного пучка с плавным изменением его пространственных параметров в широких пределах. Приведены схема оптической системы резонатора твердотельного лазера и варианты схем внешней (вне резонатора лазера) оптической системы.

18.02-01.259 Особенности расчета оптических систем для лазерных технологий. Носов П.А. *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 190-192. Рус.*

Обсуждаются особенности абберационного анализа лазерных оптических систем с высокими оптическими характеристиками. Рассмотрена задача анализа оптических систем, формирующих пучок излучения мощных лазеров.

18.02-01.260 Расчет миниатюрных оптических систем несимметричного типа. Батшеев В.И., Крюков А.В. *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 195-197. Рус.*

Рассмотрена задача проектирования оптических систем объектов видеоэндоскопов. Показана целесообразность использования реверсивного телеобъектива с телецентрическим ходом лучей в пространстве изображений. На основании патентного поиска выявлены основные структурные схемы таких объектов.

18.02-01.261 Новый линейный двигатель для ИК фурье-спектрометра. Балашов А.А., Вагин В.А., Нестерук И.Н., Хасанов И.Ш., Хорозорин А.И. *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 203-206. Рус.*

Рассмотрен фурье-спектрометр с новым типом линейного двигателя, позволившим создать систему управления перемещением подвижного отражателя, обеспечивающую постоянство скорости изменения оптической разности хода в интерферометре. Разработан привод с линейным двигателем электромагнитного типа с подвижным магнитом. Он состоит из двух магнитных систем, расположенных симметрично относительно линейной направляющей, на каретке которой установлен подвижный отражатель интерферометра. В воздушных зазорах магнитопроводов расположены постоянные магниты, жёстко соединённые с кареткой линейной направляющей. Особенностью двигателя является разомкнутость магнитной системы, обеспечивающей меньшую величину индуктивности управляющей обмотки без снижения коэффициента преобразования. Магнитопроводы соединены немагнитными перемычками, на которых установлены компенсирующие пластины. При смещении магнита к краям магнитопроводов возникает сила, возвращающая магнит в центральное положение относительно концов магнитопроводов. Наличие компенсирующих пластин существенно уменьшают эту силу, что подтверждено измерениями этих сил при наличии и отсутствии этих пластин. Соответственно эти пластины позволяют увеличить диапазон перемещения подвижного отражателя. Проведенные измерения постоянства скорости перемещения подвижного отражателя показали, что она сохраняется с точностью до 1%.

18.02-01.262 Расчет аппаратных функций панорамного фурье-спектрорадиометра для коррекции юстировки инфракрасного канала. Башкин С.В., Морозов А.Н., Светличный С.И., Фуфурин И.Л. *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 206-209. Рус.*

Особенностью инфракрасных панорамных Фурье-спектрорадиометров является наличие в конструкции многоплощадочного фотоприемного устройства. Оптическая схема этих спектрорадиометров рассчитана таким образом, чтобы наиболее эффективно собрать инфракрасное излучение с каждого сектора инфракрасного канала на соответствующий элемент многоплощадочного фотоприемника. В настоящей статье предложен косвенный метод, позволяющий по расчету характерных аппаратных функций с панорамных Фурье-спектрорадиометров, оценить качество юстировки инфракрасного канала прибора, что, в конечном счете, позволит добиться наилучшей чувствительности для всего многоплощадочного фотоприемника панорамного Фурье-спектрорадиометра.

18.02-01.263 Моделирование интерференционных

схем для задач оптической когерентной и цифровой голографической микроскопии. *Циркунова О.О., Бурмак Л.И., Мачизгин А.С. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я международная конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 294-297. Рус.*

Рассмотрена задача мультиспектральной интерферометрии — подхода, используемого, в частности, для оптической когерентной микроскопии с регистрацией в спектральной области. В работе приведен пример моделирования в программном пакете Zemax схемы интерферометра Майкельсона с перестройкой рабочей длины волны источника света. Показано, что обработка интерференционных изображений, полученных в результате моделирования, позволяет получать корректные результаты и восстанавливать профиль микрообъекта.

18.02-01.264 Световые эффекты на телеэкране с помощью акустической приставки к телевизору со встроенным микрофоном. *Линаев Н. Радио. 2017, № 12, с. 34-36. Рус.*

Акустическая приставка создаёт на экране телевизора световые эффекты в виде изменения цветности и яркости телевизионного изображения в такт его звуковому сопровождению, что повышает зрелищность при просмотре музыкальных программ и видеоклипов. Она позволяет одновременно показывать световые эффекты на экранах двух телевизоров, причём на одном будет изменяться яркость изображения, а на другом — его цветность. Эти эффекты могут возникать не только от звукового сопровождения, передаваемого вместе с изображением, но и под действием звуков, воспринимаемых встроенным в приставку микрофоном.

См. также **18.02-01.114, 18.02-01.136, 18.02-01.138**

Термоакустика, высокотемпературная акустика, фотоакустический эффект

18.02-01.265 Воздействие нестационарных тепловых источников на упругое полупространство. *Бабаев А.Э., Богданов А.В. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 20-25. Рус.*

Рассмотрены плоские задачи нестационарного возбуждения упругого полупространства тепловыми источниками. Их постановки выполнены в рамках теории несвязанной термоупругости для случаев, когда источники равномерно распределены в продольном (ось x вдоль границы полупространства) направлении, и когда они локализованы в слое $-a \leq x \leq a$. Разработан метод решения указанных задач, проведен расчет характеристик переходного процесса и сделан их анализ.

18.02-01.266 Термомеханическое состояние физически нелинейного диска при импульсной температурной нагрузке. *Жук Я.О., Сенченко Г.К. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 185-190. Рус.*

18.02-01.267 Экспериментальные исследования термоакустических процессов с использованием модифицированного метода двух датчиков. *Коробко В.В., Бобошко В.О., Коробко О.В., Московко О.О. КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1–2 октября 2013 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 150-155. Рус.*

18.02-01.268 Исследования и настройка макета тепловизионного прибора для наблюдения за малоразмерными летательными аппаратами. *Зайцев А.В., Кичулкин Д.А., Красовцев О.О., Новицкий П.Н., Соловьев В.А., Терещенко А.А., Шищенко М.Ю. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 9-я международная конф. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2016, с. 92-96. Рус.*

18.02-01.269 Усиление вихревых и температурных волн в процессе вынужденного рассеяния звука в термодинамически неравновесных средах. *Молевич Н.Е. Теплофиз. высок. температур. 2001. 39, № 6, с. 949-953. Рус.*

Рассмотрено нестационарное вынужденное рассеяние звука на вихревых и температурных волнах в газовых средах. Показано, что в термодинамически неравновесных средах, являющихся акустически активными, параметрический инкремент может быть существенно больше, чем в равновесных средах. Это сопровождается резким нарастанием амплитуд вихревых и температурных волн.

18.02-01.270 Возможное влияние акустических шумов кипения на пульсации расхода теплоносителя в каналах кипящих аппаратов. *Неумоин Ф.А. Теплофиз. высок. температур. 1991. 29, № 2, с. 398. Рус.*

Аннотация статьи, депонированной в ВИНТИ (№ 6311-В-90 Деп. от 19.12.1990).

См. также **18.02-01.147, 18.02-01.189, 18.02-01.251**

Химические процессы и фазовые переходы при воздействии ультразвука

18.02-01.271 Анализ воздействия акустического поля на химическое равновесие в растворах. Термодинамический подход. *Барышев Н.В., Горовой Ю.М. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 103-117. Рус.*

С позиций термодинамики рассматривается акустическое воздействие на физико-химические процессы в растворах. Последовательный термодинамический подход позволяет получить соотношения между упругими свойствами раствора и химическим потенциалом его компонента. Полученные соотношения могут стать теоретической основой новых химических технологий, основанных на интенсификации физико-химических процессов под воздействием акустического поля. Мысль об этой статье возникла в ходе работы над интенсификацией химических процессов, связанных с переработкой рапы Сиваша. Анализ существующих технологий показал, что в них, как правило, используют традиционные химико-технологические приемы. В условиях постоянно растущей стоимости энергетических ресурсов традиционные технологии утрачивают свои преимущества, и весьма актуальной становится проблема интенсификации физико-химических процессов. Интенсификация позволяет существенно уменьшить потребление энергии и, как следствие, повысить рентабельность производства. Идея интенсифицировать физико-химические процессы в растворах, воздействуя на эти растворы акустическим полем, представляется весьма перспективной, что авторы создали Феодосийский инновационный центр, основное направление деятельности которого — применение акустического воздействия в химических технологиях. Труд о термодинамическом подходе к анализу акустического воздействия — побочный результат деятельности этого центра. Основным результатом деятельности инновационного центра — продажа технологий, поэтому инженерные методики расчетов и некоторые результаты, имеющие практическую ценность, не были включены в эту статью. Эти результаты — «ноу-хау» авторов. Воздействие акустического (ультразвукового) поля на растворы начали изучать и применять достаточно давно: в двадцатые годы двадцатого века. Существенные научные результаты были получены и продолжают получать в Одесском государственном политехническом университете под руководством профессора А.В. Кортнева (в настоящее время — под руководством профессора А.Ф. Назаренко). Практическое применение получила разработанная этим коллективом технология воздействия ультразвука для ускорения процесса выпадения винного камня. Весьма успешные теоретические и экспериментальные исследования проводятся в Московском институте химического машиностроения под руководством профессора А.Г. Кардашева. Практическое применение получила созданная им технология управления ростом и формой кристалла путем воздействия на кристаллизующийся раствор акустического поля. Однако очень важные в теоретическом и практическом

отношении вопросы термодинамического анализа акустического воздействия не получили должного внимания. В этой работе предпринята попытка ликвидации обозначившегося пробела. Выводы, которые можно сформулировать на основе результатов, полученных в этой работе, сводятся к следующему: равновесная термодинамика поливариантных систем позволяет установить существование зависимости химического потенциала компоненты раствора от интенсивности (амплитуды волны) акустического поля. Правило фаз для поливариантной системы подтверждает возможность существования такой зависимости.

Источники ультра- и гиперзвука, аппаратура и методы измерений

См. 18.02-01.113, 18.02-01.232

Ультразвук в неразрушающем контроле, промышленных технологиях и изделиях

18.02-01.272 К вопросу о применении многоэлементных пьезоэлектрических преобразователей в задачах автоматизированного неразрушающего контроля. *Галаненко Д.В., Луценко Г.Г., Мищенко В.П. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 62-66. Рус.

В устройствах автоматического неразрушающего контроля функция принятия решения о наличии или отсутствии дефекта в контролируемом изделии (на основании анализа эхосигналов) передоверяется устройству контроля (в отличие от устройств ручного контроля, где такое решение принимает оператор). Решение о наличии дефекта принимается по факту пересечения эхо-сигналом некоторого порога. В этих условиях весьма существенно, чтобы акустические датчики, осуществляющие излучение и приём сигналов, создавали равномерное «акустическое покрытие» во всей зоне контроля. Если неравномерность пространственного распределения амплитуд эхо-сигналов в направлении оси излучения может быть в известной мере компенсирована за счёт устройств временной регулировки усиления, то неравномерность в плоскости, поперечной к оси излучения, должна быть достигнута за счёт конструкции датчика или такого расположения многих датчиков, которое бы обеспечило соответствующее перекрытие «освещённых» зон. При практическом проектировании систем автоматического контроля возникает конфликт между требованиями обеспечения относительной равномерности акустического покрытия (с одной стороны) и соображениями оптимизации числа каналов, размерами датчиков и возможностью их размещения на объекте контроля. С проблемой такого рода авторы столкнулись при разработке системы акустического неразрушающего контроля вагонных колёс в процессе их производства «Унискан-ЛуЧ», осуществлённой в НПФ «Ультракон-Сервис». Расчёты и эксперименты показали, что одноэлементные прямые пьезопреобразователи не позволяют добиться приемлемых результатов из-за особенностей формирования звукового поля в ближней зоне преобразователя. Был предложен пятиэлементный раздельно-совмещённый пьезопреобразователь. В работе приведены результаты экспериментального исследования неравномерности распределения амплитуд эхо-сигналов в зоне контроля обода вагонного колеса для одного такого датчика в сопоставлении с расчётами звукового покрытия для одноэлементных прямых преобразователей.

18.02-01.273 Особенности расчета и возбуждения плоских длинноконтурных волноводов — инструментов для ультразвуковой обработки материалов. *Сенченко И.К., Червинко О.П., Дяченко С.М. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 219-222. Рус.

Представлены основные этапы проектирования и особенности возбуждения пластинчатых волноводов-инструментов большой протяженности для ультразвуковой сварки пластмасс. Поршневые перемещения рабочей поверхности в пластинчатых волноводах переменной толщины достигаются путем прорезания щелей с последующим изменением формы нерабочей кромки

пластины. По предложенной схеме был рассчитан и изготовлен волновод длиной около восьми длин стержневых продольных мод для частоты 40 кГц. Установлено хорошее согласование расчетных и экспериментальных данных.

18.02-01.274 Очистка твердых поверхностей в поле экспоненциальных акустических импульсов. *Сухарьков О.В., Дудзитский Ю.М. КОНСОНАНС-2007. Акустический симпозиум (25–27 сентября 2007 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2007, с. 216-223. Рус.

Work is devoted to a problem of clearing of details of machines from operational asphalt-pitchy pollutants. Direct-flow hydrodynamic radiators short exponential pulses in which spectrum there is a series of harmonics are used. The short-range fields of these sources of a sound are investigated. Results of experimental researches on clearing through and stopped cylindrical apertures from model pollutants with the application of hydrodynamic radiators are submitted. Comparison of technology of clearing with use axially symmetric hydrodynamic and magnetostrictive converters is carried out.

18.02-01.275 Использование ультразвуковых колебаний для ускорения гетерогенных реакций. *Смітюк Н.М., Чміленко Ф.О. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября–01 октября 2009 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 298-303. Рус.

18.02-01.276 Применение ультразвуковых колебаний высокой интенсивности для интенсификации процессов в газовых средах. *Хмелев В.Н., Шалунов А.В., Доровских Р.С., Нестеров В.А., Голья Р.Н., Шалунова А.В. Международная научная конференция "Техническая акустика: разработки, проблемы, перспективы. Витебск, 26–29 сентября 2016 г.* Витебск: Витебский государственный технологический ун-т. 2016, с. 43-45. Рус.

18.02-01.277 Влияние импульсного тока и ультразвука на деформационное поведение в сплавах с памятью формы. *Мисоченко А.А., Столяров В.В., Рубаник В.В., Рубаник В.В. Международная научная конференция "Техническая акустика: разработки, проблемы, перспективы. Витебск, 26–29 сентября 2016 г.* Витебск: Витебский государственный технологический ун-т. 2016, с. 51-53. Рус.

18.02-01.278 Ультразвуковая аддитивная технология: обзор зарубежных исследований и разработок. *Назаров А.А. Международная научная конференция "Техническая акустика: разработки, проблемы, перспективы. Витебск, 26–29 сентября 2016 г.* Витебск: Витебский государственный технологический ун-т. 2016, с. 60-62. Рус.

18.02-01.279 Ультразвуковая коагуляция в системах газоочистки. *Хмелев В.Н., Шалунов А.В., Доровских Р.С., Нестеров В.А., Голья Р.Н. Международная научная конференция "Техническая акустика: разработки, проблемы, перспективы. Витебск, 26–29 сентября 2016 г.* Витебск: Витебский государственный технологический ун-т. 2016, с. 94-96. Рус.

18.02-01.280 Современные методы контроля выпуклых асферических зеркал. *Гавлина А.Е., Батшев В.И., Новиков Д.А. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РН-ТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 198-200. Рус.*

Проведен обзор методов контроля выпуклых асферических зеркал. Описан ряд проблем при контроле выпуклых асферических зеркал стандартными методами. Представлен перспективный метод на базе схемы ортогональных лучей, не требующий применения крупногабаритных вспомогательных оптических элементов.

18.02-01.281 Интерферометр для контроля качества выпуклых асферических зеркал размером до 250 мм. *Новиков Д.А., Иванникова Н.В., Батшев В.И., Гавлина А.Е. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф.,*

1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обр. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 201-202. Рус.

Работа посвящена выбору метода и дальнейшей разработке

и созданию интерферометра для контроля качества выпуклых асферических зеркал на базе интерферометра Физо.

См. также 18.02-01.116

Акустика океана, гидроакустика

Звук в глубоком море, подводный звуковой канал

18.02-01.282 Влияние скорости звука на волновое распространение акустических колебаний в мировом океане. *Лисютин В.А., Ярошенко А.А. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 109-114. Рус.

Рассматриваются типовые профили вертикального распределения скорости звука в океане, характерные для прибрежной зоны и глубоководных районов. Анализируется классификация приповерхностных и глубинных подводных звуковых каналов, указывается на особенности и некоторые аномалии профиля скорости звука в Черном море.

18.02-01.283 Приложение метода частичных областей к расчету гидроакустического волновода со ступенчатым дном. *Папкова Ю.И., Папков С.О., Ярошенко А.А. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 190-194. Рус.

Для гидроакустического волновода с подводным выступом на основе метода частичных областей проводится анализ энергетических характеристик. Исследуется зависимость среднего потока мощности от высоты подводного выступа, трансформация потока энергии из внутренней области над выступом в энергию нормальных мод во внешней области.

18.02-01.284 Дальнее распространение звука в приповерхностном подводном звуковом канале северо-западной части Черного моря. *Богушевич В.К., Замаренова Л.Н., Скипа М.И. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 84-89. Рус.

Рассматриваются вопросы распространения звука в приповерхностном подводном звуковом канале (ППЗК) северо-западной части Черного моря. Анализируются факторы вертикальной диффузии, рассеяния на поверхности и подповерхностном слое пузырьков, поглощения в среде и шумов среды. Определены характеристики ППЗК по месяцам, для пяти моделей каналов определены оптимальные частоты сигналов и дальности функционирования.

18.02-01.285 О спектре интервалов времени между двумя последовательно приходящими сигналами в подводном звуковом канале. *Богушевич В.К., Замаренова Л.Н., Скипа М.И. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 97-102. Рус.

Предлагается новая форма представления временной структуры сигнала в подводном звуковом канале (ПЗК) — спектр интервалов времени между последовательно приходящими сигналами. Спектр интервалов времени позволяет выделить последовательности интервалов времени между приходом пар четырех семейств водных лучей. Исследуется зависимость изменения последовательностей интервалов от глубины размещения излучателя и приемника. Обсуждается возможность использования спектра интервалов времени для достижения оптимальной временной структуры сигнала в точке приема для задач гидроакустики в условиях ПЗК Черного моря.

18.02-01.286 Исследование гидроакустического волновода с наклонным участком дна в виде конической поверхности. *Папкова Ю.И., Папков С.О., Ярошенко А.А. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–*

29 сентября 2005 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 261-266. Рус.

Методом частичных областей получено решение задачи о звуковом поле точечного источника в гидроакустическом волноводе с наклонным участком дна в виде конической поверхности. В каждой из частичных областей построено общее решение уравнения Гельмгольца, точно удовлетворяющее условиям на стенках волновода и позволяющее выполнить условия сопряжения звукового поля. Проводится численная проверка условий сопряжения звукового поля. Численные исследования проведены для параметров волновода, характерных для прибрежной части моря.

18.02-01.287 О частотных зависимостях групповой скорости мод в гидроакустическом волноводе с дном в виде поглощающего полупространства. *Ластовенко О.Р., Лисютин В.А., Ярошенко А.А. КОНСОНАНС-2007. Акустический симпозиум (25–27 сентября 2007 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2007, с. 134-140. Рус.

The hydroacoustic waveguide with attenuation in the bottom half-space is considered. The wave equation and boundary conditions is formulated. The critical modes frequency which is lower then follows from Snell refraction law is defined from dispersion equation. The proper modes of waveguide consist of "dissipation" and "trapped" modes. The frequency characteristics of phase and group velocity is defined. It is shown that when the attenuation is large then near the critical frequency there is area of anomalous phase velocity dispersion.

18.02-01.288 Частотно-временная структура импульсных сигналов в подводном звуковом канале Черного моря. *Ластовенко О.Р., Лисютин В.А., Ярошенко А.А. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября–01 октября 2009 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 236-241. Рус.

The signal received on the hydrophone is modelled using the pulse characteristic with an input signal. The experimental signal recording of the underwater explosion is used for separating a pulse characteristic. The underwater explosion signal is corrected for reducing distortion following on the gas bubble pulsations. The dispersion distortions arising at the pulse signal propagation are analysed.

18.02-01.289 Групповая скорость черноморского волновода. *Папкова Ю.И. КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1–2 октября 2013 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 230-232. Рус.

Одной из акустических характеристик гидроакустического волновода является групповая скорость, которая позволяет получить детальную информацию о модовой дисперсии. Групповая скорость зависит от принятой модели среды, в качестве первого приближения к реальным природным волноводам рассмотрим двухслойный гидроакустический волновод. Для моделирования свойств дна волновода используют два основных подхода: плоскостная модель на абсолютно жестком основании и плоскостная модель на жидком полупространстве. Данные модели приводят к принципиально разным краевым задачам для вертикального волнового уравнения. В случае жесткого дна оператор задачи имеет только дискретную часть спектра, для жидкого полупространства оператор имеет также и непрерывную составляющую спектра в силу того, что краевая задача дается при $z \in [0; \infty)$. В реальных природных волноводах адекватность первого или второго подхода определяется, главным образом, структурой и свойствами донного грунта. Для исследования основных волноводных эффектов в черно-

морском волноводе, рассматривается двухслойная модель гидроакустического волновода.

18.02-01.290 Особенности распространения акустических импульсов в подводном звуковом канале. *Діджовський В.С., Гладкіх Н.Д., Коржик О.В. КОНСОНАНС-2015. Акустический симпозиум (29–30 сентября 2015 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2015, с. 78-83. Рус.

18.02-01.291 Волноводы цунами. *Сухинин С.В., Юрковський В.С. Сибирский журнал индустриальной математики.* 2011. 14, № 4, с. 111-124. Рус.

Показано, что одномерно периодические подводные хребты, цепочки подводных гор и островов обладают волноводным свойством для длинных волн. Сформулирована краевая задача, обобщенные собственные решения которой описывают обобщенные собственные волны на поверхности жидкости, локализованные около структуры. Показано существование обобщенных собственных решений и собственных волн, локализованных около периодической подводной или надводной структуры. Доказано, что в окрестности нуля существует полоса пропускания частот. Проведены исследования резонансных явлений около одномерно периодических волноводов цунами. Показано, что для исследуемых задач могут иметь место два типа резонансных явлений — пространственно-локализованного и синхрофазотронного.

Акустика мелкого моря

18.02-01.292 О влиянии частотной зависимости скорости звука и затухания в водонасыщенных морских осадках на дисперсионные свойства волноводов мелкого моря. *Ластовенко О.Р., Лисютин В.А., Ярошенко А.А. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября–01 октября 2009 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 223-229. Рус.

In the shallow sea acoustics the sound velocity in marine sediments considered independent of frequency and acoustic attenuation is scale with the first power of frequency. However in the saturated sediments the frequency nonlinearity of attenuation and sound speed-variability are observed. On the basis of intergranular friction theory (M. Buckingham) the dependence of phase speed and attenuation of physicalmechanical parameters of marine sediments are analyzed. The influence sediments terms on the dispersion properties of shallow water waveguides is evaluated.

18.02-01.293 Применение импульсной характеристики для моделирования распространения сигналов в волноводах мелкого моря. *Ластовенко О.Р., Лисютин В.А., Ярошенко А.А. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября–01 октября 2009 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 230-235. Рус.

Гидроакустический волновод рассматривается как канал связи, отклик которого на входной сигнал определяется импульсной характеристикой канала. Импульсная характеристика восстанавливается с помощью обратного преобразования Фурье от акустического поля, представленного в виде суммы мод. Осуществляя дискретную свертку реализации сигнала с импульсной характеристикой волновода, моделируются его отклики на сигналы с быстро меняющимся спектром.

18.02-01.294 Интерференционная, корреляционная и модовая структура низкочастотных векторно-скалярных полей в мелком море. пеленгование и подавление сигналов. *Белов А.И., Кузнецов Г.Н. Труды ИОФАН.* 2017. 73, с. 97-111. Рус.

В мелком море исследуется корреляция низкочастотных звуковых сигналов буксируемых тональных низкочастотных источников на выходе скалярных и векторных приемных каналов. Корреляция скалярного поля и сигнала, принятого горизонтально-ориентированным векторным приемником, в среднем равна 0,92–0,99; корреляция с сигналом, принятым вертикальным векторным приемником, уменьшается до 0,66–0,85. При использовании скалярных полей или горизонтальных проекций вектора колебательной скорости с применением алгоритма синтезирования апертуры выделены 3–5 нормальных

волн, при использовании вертикальной составляющей 7–9 мод. Показано, что высокая корреляция сигналов обеспечивает точность пеленгования и подавление сильно шумящего движущегося источника на 20–30 дБ и более, если кардиоида направлена на источник зоной минимума.

18.02-01.295 Зависимость средней интенсивности низкочастотного акустического поля от параметров дна мелкого моря с объемными случайными неоднородностями водного слоя. *Гулин О.Э., Ярощук И.О. Акустический журнал.* 2018. 64, № 2, с. 186-190. Рус.

Работа посвящена статистическому моделированию распространения низкочастотного акустического сигнала в двумерно случайно-неоднородном мелком море с термоклинном и разной проницаемостью дна. Расчеты выполнены на основе локально-модового представления решения в приближении однонаправленного распространения. Представлены графики поведения средней интенсивности акустического поля для разных значений скорости звука и плотности в дне. Показано, что описанный ранее эффект уменьшения потерь при распространении в случайно-неоднородном модельном мелком море с поглощающим дном существенно зависит от параметров донных осадков и проявляется сильнее для донных границ с большей проницаемостью.

18.02-01.296 К вопросу о методе изображений в задаче о распространении звука в клине в акустике океана: некоторые исправления и дополнения. *Tang J., Петров П.С., Козицкий С.Б. Акустический журнал.* 2018. 64, № 2, с. 228-240. Рус.

В этом исследовании мы возвращаемся к методу изображений в задаче о распространении звука в клиновидном волноводе с проницаемым дном. Эта трехмерная задача является важным тестовым примером в вычислительной подводной акустике, так как клин, ограниченный сверху поверхностью моря, а снизу - наклонным проницаемым дном, является простейшей моделью волновода мелкого моря в окрестности береговой линии. В работе приведены исправленные формулы, описывающие положение изображений источника, а также их вывод. Рассмотрена проблема выбора ветви квадратного корня в формуле для коэффициента отражения, описан простой алгоритм для решения этого вопроса. Дополнительно правильность выбора ветви проверена с помощью численных расчетов. В завершение работы звуковое поле в клине вычислено по методу изображений для серии примеров с различными соотношениями модулей объемной и сдвиговой упругости в дне. Результаты проведенных расчетов демонстрируют взаимодействие эффекта горизонтальной рефракции и перераспределения энергии колебаний между акустическими и упругими волнами.

См. также **18.02-01.284**

Взаимодействие звука с внутренними волнами и течениями

18.02-01.297 Результаты натуральных экспериментов по оценке влияния морской турбулентности на распространение акустических волн. *Азаренко Е.В., Дивизионюк М.М., Шумейко И.П. КОНСОНАНС-2007. Акустический симпозиум (25–27 сентября 2007 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2007, с. 14-19. Рус.

Рассматриваются результаты натуральных экспериментов по проверке разработанной математической модели, учитывающей влияние скорости движения водного потока на распространение гидроакустической энергии.

18.02-01.298 Эффект сдвига термоклина и задачи инверсии. *Богусевич В.К., Николюк Н.С., Скипа М.И. КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1–2 октября 2013 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 38-43. Рус.

Рассматриваются вопросы особенностей и отличий проявления эффектов сдвига велоклина и их влияния на решение задачи инверсии и восстановления полей в условиях Черного моря и океана.

18.02-01.299 Аномалия времени луча в условиях эф-

фекта сдвига термоклина (Часть 1). *Богусевич В.К., Никонюк Н.С., Скипа М.И. КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1–2 октября 2013 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 44-52. Рус.

Рассматриваются вопросы геометрии и аномалий времени лучей в условиях вертикального сдвига велоклина для идеализированных и реалистичных профилей скорости звука Черного моря.

18.02-01.300 Аномалия времени луча в условиях эффекта сдвига термоклина (Часть 2). *Богусевич В.К., Никонюк Н.С., Скипа М.И. КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1–2 октября 2013 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 53-58. Рус.

Рассматриваются вопросы аномалий времени лучей и восстановления профилей в условиях вертикального сдвига велоклина для идеализированных и реалистичных профилей Черного моря.

18.02-01.301 Восстановление профилей скорости звука при акустическом лучевом зондировании в условиях эффекта сдвига термоклина. *Богусевич В.К., Никонюк Н.С., Скипа М.И. КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1–2 октября 2013 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 59-64. Рус.

Рассматриваются вопросы восстановления профилей скорости звука при сдвиге велоклина в условиях неопределенности участка профиля от оси канала до нижней границы клина.

Статистическая гидроакустика

18.02-01.302 Исследование когерентности акустических полей высокочастотных шумовых источников в случайно-неоднородном океане. *Хилько А.И., Смирнов И.П., Машошин А.И., Шафранюк А.В. Акустический журнал.* 2018. 64, № 2, с. 217-227. Рус.

Разработана модель когерентности высокочастотных гидроакустических полей шумовых источников в случайно-неоднородном океане. Анализируются зависимости когерентности гидроакустических полей шумовых источников от взаимного положения источника и приемной системы, типа волновода, а также параметров случайных неоднородностей океанического волновода. Обсуждаются возможности подводного акустического наблюдения.

Лучевое распространение звука в океане

18.02-01.303 О "толщине лучей" и возможностях акустического лучевого зондирования в условиях шельфа Черного моря. *Богусевич В.К., Замаренова Л.Н., Скипа М.И. КОНСОНАНС-2007. Акустический симпозиум (25–27 сентября 2007 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2007, с. 26-32. Рус.

Рассматриваются ограничения применимости импульсно-лучевого зондирования в мелководных районах, вопросы рассеяния звука на неоднородностях среды и «толщины» луча. Приводятся результаты моделирования френелевских размеров и расчетов «толщины» луча для зимней гидрологии, дается оценка возможностей лучевого зондирования в районах с разными глубинами.

Скорость, затухание, рефракция и дифракция

18.02-01.304 Моделирование искажений структуры скорости звука, вызванных ветровым волнением. *Азаренко Е.В., Шумейко И.П., Кобец Н.М. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября–01 октября 2009 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 20-25. Рус.

Интенсивное ветровое волнение (шторм) вызывает изменение термохалинных характеристик деятельного слоя вод моря и как следствие изменяет его структуру скорости звука. Это изменение проявляется в виде хаотических мелкомасштабных флуктуаций, затухающих с глубиной. На основании анализа натур-

ных экспериментов по исследованию искажений скорости звука штормом, в деятельном слое вод предлагается математическая модель и созданный на ее основе программный продукт, позволяющий прогнозировать мелкомасштабные изменения скорости звука в результате интенсивного волнения.

18.02-01.305 Генерация звука двумерным квадратным цилиндром в потоке. *Басовский В.Г., Горбань Г.М. КОНСОНАНС-2015. Акустический симпозиум (29–30 сентября 2015 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2015, с. 13-19. Рус.

18.02-01.306 Экспериментальное тестирование технологии высокоточной подводной акустической дальнометрии. *Моргунов Ю.Н., Безответных В.В., Буренин А.В., Войтенко Е.А., Голов А.А. Акустический журнал.* 2018. 64, № 2, с. 191-196. Рус.

Целью работы, результаты которой обсуждаются в данной статье, являлось проведение экспериментальных и численных исследований, направленных на совершенствование разработанного авторами высокоточного способа позиционирования подводных объектов. Для этого было проведено экспериментальное тестирование усовершенствованной дальномерной технологии, основанной на включении в измерительную схему блока, обеспечивающего измерение и мониторинг скорости звука на шельфовом участке трассы, соединяющей источник навигационных сигналов и имитатор приемной системы автономных подводных аппаратов. Кроме этого, в натурных условиях был реализован сценарий обеспечения дальномерными данными автономного подводного аппарата, осуществляющего миссию на акватории, удаленной от источника навигационных сигналов на 300 км, с применением технических средств контроля изменчивости скорости звука на шельфе. На конкретном примере была апробирована технология акустической дальнометрии на трассе со сложными гидрологическими и батиметрическими условиями и произведена оценка точности измерения расстояний в течение четырехчасового дрейфа имитатора автономного подводного аппарата.

См. также **18.02-01.292**

Рассеяние на шероховатой поверхности

18.02-01.307 Нелинейное гидродинамическое моделирование нерегулярных волн, генерируемых ветром. *Non-linear hydrodynamic modelling of the irregular wind generated water waves. Martynovsky I.M., Serdjuchenko A.M. КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1–2 октября 2013 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 200-206. Англ.

The key aspects in the hydrodynamic modelling of wind-generated water waves including irregularity and non-linearity of the wave motion are presented in the report. On the first stage of the investigations the intensity and frequency structure of irregular surface wave field were determined by using generalized 6th parametric double-peak Hassellman frequency spectrum. Irregular wave surface were calculated in the frame of classical spectral theory on the so-called quasi-stationary temporal intervals, but irregular wave pressure field and fluid particle velocity field have been derived as a spectral solution of the specially formulated quasi-linear boundary value problem for surface waves. On the second stage local group characteristic of wave surface realizations such as amplitude envelope, phase perturbations and corresponding local values of the wave numbers and frequencies were derived by using Hilbert transform procedure. All these values are considered as input data for the non-linear generalization of the initial quasi-linear wave model on the next stages. In the procedure of the non-linear generalization of the model first of all irregular wave surface must be "saturated" by high order bounded harmonics (up to 20th order) with special phase shift to obtain asymmetric surface profiles to be specific for wind generated waves. On the next stage fluid particle velocities on the wave surface were calculated by using specially developed half-inverse solution of the fully non-linear boundary value problem. For the non-linear calculation of wave particle velocity and pressure fields in the fluid domain Cauchy integral formula (in 2D model) has been used. Testing and

systematic numerical calculations and animated pictures displayed realistic results for irregular wave surface and hydrodynamic fields in the fluid domain.

18.02-01.308 Механизмы формирования спектральных характеристик низкочастотной реверберации и прогнозные оценки. *Салин Б.М., Салин М.Б. Акустический журнал.* 2018. 64, № 2, с. 197-206. Рус.

Рассмотрена задача моностатического рассеяния низкочастотных звуковых волн на приповерхностных объемных неоднородностях в условиях интенсивного ветрового волнения. Выполнены расчеты ожидаемой формы спектра рассеянного сигнала с учетом распределения объемных неоднородностей по глубине и их квазипериодического движения в трехмерном пространстве под воздействием ветрового волнения. Для условий глубокого океана, несущей частоты 228 Гц и длительности импульса более 100 с проведено сопоставление экспериментальных данных по форме спектра реверберации с теоретическими оценками. Выполнено сопоставление спектральных уровней подповерхностного рассеяния с аналогичными данными по рассеянию звука непосредственно на взволнованной поверхности.

См. также **18.02-01.117**, **18.02-01.304**

Излучение колеблющихся под водой объектов, импеданс

18.02-01.309 Автоколебания упругой затопленной осесимметричной струи-оболочки. *Дудзинский Ю.М., Суварьков А.О., Назаренко О.А. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 84-88. Рус.

Рассмотрена модель осесимметричных гидродинамических излучателей: прямогочного с кольцевым соплом и ступенчатым препятствием; противоточного. Вычислена основная частота акустического сигнала, как функция свойств рабочей жидкости, геометрических и гидродинамических параметров упругой затопленной струи-оболочки. Выполнено сопоставление численных расчетов с результатами экспериментов. Получен критерий соответствия приведенной модели реальным излучателям данных типов.

18.02-01.310 Энергетика затопленных конических струйных оболочек. *Маничева Н.В. КОНСОНАНС-2007. Акустический симпозиум (25–27 сентября 2007 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2007, с. 176-182. Рус.

Осесимметричные гидродинамические излучатели противоточного типа моделируются затопленной струйной оболочкой в виде усеченного конуса. Динамика оболочки определяет характеристики генерируемого акустического поля, в частности, его интенсивность. Чем больше амплитуда деформации изгиба свободного края струйной оболочки, тем выше интенсивность звука, генерируемого при коллапсе паровых каверн. Этому соответствует оптимальная скорость струи, при которой частота пульсаций неустойчивого тороидального вихря совпадает с собственной частотой оболочки. Работа посвящена экспериментальному исследованию зависимости интенсивности акустического поля, генерируемого данными источниками звука, от геометрических, гидродинамических параметров струйной оболочки и свойств жидкости.

См. также **18.02-01.124**

Подводные приложения нелинейной акустики, взрывы

18.02-01.311 Распространение нелинейных поверхностных гравитационных волн над упругим дном. *Селезов И.Т., Карнаухова О.В., Хатунцева З.В. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 213-218. Рус.

Рассматривается задача о влиянии упругого дна на распространение поверхностных волн на воде.

Акустика морских осадков, ледяного покрова, подводная сейсмоакустика

18.02-01.312 Зависимость амплитуды донных эхосигналов от расстояния для прямых преобразователей с произвольной формой активной поверхности. *Луценко Г.Г. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 115-119. Рус.

Зависимость амплитуды донного сигнала от расстояния между преобразователем и отражающей плоскостью, имеет большое прикладное значение. Она используется при измерении эквивалентного размера дефекта с помощью АРД-диаграмм, а также при измерении коэффициента поглощения продольных волн по методу многократных отражений. Во всех этих случаях используют стандартную зависимость, приведенную на графике совместно с АРД-диаграммами. Однако известно, что эта зависимость получена для пьезоэлектрических преобразователей (ПЭП) с активной поверхностью амплитуды круглой (или близкой к ней) формы и при использовании импульсных сигналов некоторой определенной длительности. Если форма ПЭП, которую приходится использовать по тем или иным соображениям, и длительность используемого сигнала отклоняются от указанных выше, то и сама зависимость амплитуды донного сигнала от расстояния может измениться. Тогда использование стандартной кривой повлечёт за собой погрешности измерения. Задача работы состоит в том, чтобы, получив зависимость амплитуды донного сигнала от расстояния расчётным путём, исследовать влияние на эту зависимость двух факторов: формы апертуры ПЭП и длительности импульсного сигнала.

18.02-01.313 Синтез структурно-акустических моделей морского дна. *Гончар А.И., Шлычек Л.И., Шумдель А.И. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 142-152. Рус.

Разработана совокупность аналитико-численных методов математического моделирования структуры и пространственного распределения акустических свойств морского дна, учитывающих слоистость, геологическую структурированность донных отложений, наличие в грунтах полостей и включений разной формы и свойств.

18.02-01.314 Отражение и рассеяние монохроматического акустического излучения морским дном. *Азаренко Е.В., Дивизинюк М.М., Третьякова Л.В., Чуалебова А.В. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября–01 октября 2009 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 7-13. Рус.

Монохроматическое излучение формируется гидроакустическими антеннами гидролокаторов различного назначения, которые используются для обследования водной среды и обнаружения подводных объектов. На этот процесс влияют характеристики морского дна, а именно характер грунта, рельеф и наклон морского дна, а также глубина моря и взаимное расположение антенн гидролокатора и подводного объекта. Показано, что существуют условия, при которых интенсивность акустического рассеяния превышает уровень отраженного от подводного объекта полезного сигнала, что способствует формированию подводных зон гидроакустического маскирования.

18.02-01.315 Пространственная структура сейсмоакустического поля в северо-западной части Черного моря. *Калинюк И.В., Ярошенко А.А. КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1–2 октября 2013 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 108-112. Рус.

Приведены основные результаты моделирования пространственной структуры в дальней зоне сейсмоакустического поля, созданного протяженным источником в упругом полупространстве. Показано, что каждая нормальная волна имеет угловую диаграмму направленности. Максимальное значение на диаграмме соответствует ортогональному направлению к линии протяженного источника. Анализ амплитудных коэффициентов мод показывает, что существенное преобладание имеет последняя мода, которая вносит основной вклад в сейсмоаку-

стическое поле в дальней зоне.

18.02-01.316 Численное решение обратной кинематической задачи сейсмоки с внутренними источниками. *Аниконов Ю.Е., Богданов В.В., Деревцов Е.Ю., Миросниченко В.Л., Сапожникова Н.А. Сибирский журнал индустриальной математики.* 2006. 9, № 4, с. 3-26. Рус.

Предлагается численное решение обратной кинематической задачи сейсмоки с внутренними источниками. Задача решается в предположении, что координаты очагов, как и времена начала землетрясений, известны (хотя и с не очень хорошей точностью) и они достаточно густо располагаются в некоторой внутренней области (фокальной зоне) Земли. Целью решения задачи является определение скоростного строения Земли в фокальной зоне. Для решения поставленной задачи предложено два алгоритма, значительную роль в которых играет уравнение эйконала. Первый алгоритм основан на идее обращения волнового фронта и локальном его приближении плоскостью или сферой. Ядром второго алгоритма являются процедуры сглаживания, интерполяции и аппроксимации функций по данным на хаотических трехмерных сетках, базирующиеся на современной теории многомерных сплайнов. Для изучения свойств алгоритмов использовались тесты, основанные на ряде референтных сред. Оба алгоритма показали удовлетворительные результаты на тестовом материале.

18.02-01.317 Одномерная обратная задача об определении источника цунами. *Романов В.Г., Мошкалева П.С. Сибирский журнал индустриальной математики.* 2011. 14, № 3, с. 87-99. Рус.

Рассматривается в одномерном варианте модельная обратная задача об определении начального состояния водной поверхности океана. Доказывается, что начальное состояние однозначно определяется по режиму колебаний одной из точек поверхности океана. Приводятся алгоритмы решения прямой и обратной задач. Даны результаты тестовых расчетов.

18.02-01.318 Об одной задаче определения рельефа дна флуктуирующего океана. *Прохоров И.В., Суценко А.А., Кан В.А. Сибирский журнал индустриальной математики.* 2015. 18, № 2, с. 99-110. Рус.

Сформулирована и исследована обратная задача для нестационарного уравнения переноса излучения применительно к акустическому картографированию морского дна с помощью гидролокаторов бокового обзора. В приближении однократного рассеяния получена формула для определения функции, описывающей небольшие отклонение поверхности дна от некоторого среднего уровня.

18.02-01.319 Исследование взаимодействия волн цунами с подводными преградами конечной толщины в гидродинамическом лотке. *Бошнятов В.В., Жильцов К.Н. Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика.* 2016, № 1, с. 86-103. Рус.

Приведены результаты исследований взаимодействия длинных волн типа цунами с непроницаемыми затопленными преградами конечной толщины. Детально изучен процесс прохождения волны через преграду и процесс образования и эволюции вихревых структур за преградой. С использованием интегрального метода оценки энергий отраженной и прошедшей волн определена эффективность преграды в подавлении волн цунами в зависимости от её толщины.

18.02-01.320 Исследование взаимодействия волн цунами с подводными преградами конечной толщины в гидродинамическом лотке. *Бошнятов В.В., Жильцов К.Н. Вестн. Том. гос. ун-та. Математика и механика.* 2018, № 1, с. 86-103. Рус.

Приведены результаты исследований взаимодействия длинных волн типа цунами с непроницаемыми затопленными преградами конечной толщины. Детально изучен процесс прохождения волны через преграду и процесс образования и эволюции вихревых структур за преградой. С использованием интегрального метода оценки энергий отраженной и прошедшей волн определена эффективность преграды в подавлении волн цунами в зависимости от её толщины.

18.02-01.321 К вопросу использования фазы коэффициента отражения при гидроакустических измерениях толщины морского ледяного покрова. *Возгородский А.В., Мальяров К.В. Фундаментальная и прикладная гидрофизика.* 2018. 11, № 1, с. 63-73. Рус.

Применительно к задаче дистанционного измерения толщины арктического морского ледяного покрова из-под воды, методом модельного эксперимента исследовано влияние вертикальной неоднородности акустических характеристик морских льдов различных типов и возрастных категорий, обусловленной слоистостью их структуры, на фазу коэффициента отражения акустической, низкочастотной плоской гармонической волны при её нормальном падении на границу раздела морская вода-лёд. Рассмотрены две акустические модели реального морского ледяного покрова: одна с постоянными, другая с непрерывно изменяющимися по толщине покрова акустическими параметрами - плотностью среды, скоростью и коэффициентом затухания продольных акустических волн в среде. Приведены графические зависимости толщины зондируемого ледяного покрова как функции фазы коэффициента отражения, рассчитанные для каждой из двух рассматриваемых акустических моделей морского льда. Показано, что для повышения достоверности данных о толщине льда целесообразно использование типизированных акустических моделей морского ледяного покрова, параметры которых адекватны определённому его типу, возрастной категории и периоду годового цикла, в пределах которого проводятся измерения.

18.02-01.322 Восстановление параметров морского дна при когерентном сейсмоакустическом зондировании. II. Анализ робастности. *Смирнов И.П., Калинин В.И., Хилько А.И. Акустический журнал.* 2018. 64, № 2, с. 207-216. Рус.

Решается задача послойной реконструкции геоакустических параметров донных слоев с использованием параметрических моделей формирования сигналов, отраженных от слоистого полупространства при когерентном зондировании морского шельфа. Используется решающее правило, основанное на последовательном применении проекционного алгоритма MUSIC. Исследуется работоспособность и устойчивость алгоритмов поиска и принятия решений при ограниченных априорных данных.

См. также **18.02-01.287**, **18.02-01.291**, **18.02-01.295**

Подводные шумы, механизмы генерации и характеристики полей

18.02-01.323 Гидродинамические шумы гибкой протяженной буксируемой антенны. *Гринченко В.Т., Макаренко А.П., Воскобойник В.А. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1-3 октября 2003 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 78-83. Рус.

Приведены результаты экспериментальных исследований по изучению гидродинамических шумов на гибкой протяженной антенне. Показано влияние площади чувствительной поверхности акустического приемника на регистрируемое поле пульсаций давления. Представлены спектральные плотности мощности пульсаций псевдозвукового давления турбулентного пограничного слоя на поверхности антенны. Установлено, что конвективная скорость убывает с ростом частоты и диаметра антенны.

18.02-01.324 Особенности распространения и идентификации шумовых спектров в Черном море. *Азаренко Е.В., Третьякова Л.В., Матузаева О.В. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября-01 октября 2009 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 14-19. Рус.

Обнаружение и идентификация шумящих объектов (водных транспортных средств) производится шумопеленгаторными станциями, установленными на кораблях и научно исследовательских судах. В основе обнаружения и идентификации положен процесс выделения специфических характеристик шумовых спектров различных плавсредств. Анализируются результаты экспериментов, выполненных по обнаружению вод-

ных транспортных средств в различных регионах Черного моря в разные климатические сезоны. Показано, что дальность гидроакустического обнаружения значительно превышает радиолокационное.

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

18.02-01.325 Перспективы использования акустического прозвучивания для дистанционного контроля состояния вод западной части Черного моря. *Андрянова О.Р., Скипа М.И. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 7-12. Рус.

Акустическое прозвучивание относится к наиболее перспективным методам дистанционного контроля морской среды по техническому использованию и экономической доступности в современных условиях. Использование подводного звукового канала позволяет дистанционно получать оценки характеристик динамики водных масс, однако возникают вопросы применимости этого метода и возможности интерпретации его результатов относительно реальных условий. Исходя из этого, в предлагаемой работе проводился анализ гидрофизической структуры вод, ее временной изменчивости с целью определения применимости акустического прозвучивания в западной части Черного моря. Полученные результаты статистического анализа для двух рассматриваемых зон (шельфа и материкового склона) позволяют сделать выводы, что даже, исходя из линейных зависимостей характерных параметров, может быть осуществлен выбор топологических точек или зон, определяемых в соответствии с поставленными задачами. Использование прозвучивания в северо-западной части Черного моря оправдано в зимний сезон. В другие сезоны это возможно, начиная с района материкового склона. Для успешного и наиболее продуктивного внедрения методов прозвучивания перспективной представляется зона материкового склона западной части Черного моря, прозвучивая которую можно отслеживать гидродинамические процессы, воздействующие на состояние вод северо-западного шельфа.

18.02-01.326 О возможностях акустического лучевого зондирования неоднородностей морской среды. *Богушевич В.К., Замаренова Л.Н., Скипа М.И. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 90-96. Рус.

Предлагается метод, позволяющий в условиях подводного звукового канала (ПЗК) Черного моря выявлять и оценивать неоднородности морской среды посредством акустического лучевого зондирования и анализа временной структуры принимаемого сигнала, рассматриваются вопросы реализации системы зондирования и достигаемых характеристик.

18.02-01.327 Возможности выявления и оценок метановых газовыделений на шельфе Черного моря методами акустического лучевого зондирования. *Богушевич В.К., Замаренова Л.Н., Скипа М.И. КОНСОНАНС-2007. Акустический симпозиум (25–27 сентября 2007 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2007, с. 33-39. Рус.

Рассмотрены вопросы аномалии скорости звука и ее частотной зависимости в среде с пузырьками, изменения размера пузыря и состава пузырьков газовой выделений при всплытии, оценивания их характеристик при многочастотном зондировании, выявления и оценок донных газовой выделений на шельфе методом лучевого зондирования, достигаемых характеристик систем.

Акустика глобальных масштабов, термометрия и дальняя подводная связь

18.02-01.328 Возможности дальней акустической связи в ПЗК глубоководных районов Черного моря в условиях пространственной и сезонной изменчивости профилей скорости звука. *Богушевич В.К., Замаренова Л.Н., Скипа М.И. КОНСОНАНС-2005. Акустический*

симпозиум (27–29 сентября 2005 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 78-83. Рус.

Рассматриваются вопросы распространения звука в подводном звуковом канале Черного моря в условиях изменчивости профиля скорости звука, вопросы изменчивости характеристик принимаемых сигналов и построения акустических информационных систем.

18.02-01.329 Возможности передачи информации в условиях априорной неопределенности параметров акустического канала связи при применении адаптивного моделирования. *Бочаров М.С., Скипа М.И. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября–01 октября 2009 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 109-114. Рус.

This report is devoted questions of distribution of the hydroaudio signals subject to influence of interferences and factors which worsen their passing and reception. Also questions of influence of a priori uncertainty of parameters of the channel of distribution of audio signals on efficiency of their coordinated reception in shallow areas of coastal allowed bands are considered. Also questions of designing of broadband hydroaudio systems with correlative processing of the difficult, specially synthesized signals with application of adaptive modeling of a data link are considered.

18.02-01.330 Структура звукового поля на шельфе северо-западной части Черного моря: эксперимент. *Замаренова Л.Н., Скипа М.И. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября–01 октября 2009 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 182-188. Рус.

Исследования распространения звука на шельфе получили новый импульс развития в связи с преимуществами акустических методов для решения широкого круга задач — от освоения углеводородных ресурсов до использования рекреационных возможностей шельфа. К актуальным проблемам акустики шельфа относятся создание систем акустического зондирования для поиска метановых газовой выделений, акустического мониторинга состояния водной среды, разработка гидроакустического телеметрического канала связи систем подводной GPS навигации. Распространение звука в мелководных районах имеет региональную специфику, обусловленную особенностями акустических свойств нижней границы волновода и условий формирования стратификации вод, в силу чего ни одна прикладная проблема акустики шельфа не может быть решена без экспериментальных акустических исследований в конкретной акватории. Учитывая, что проблемам акустики украинского шельфа Черного моря посвящено мало публикаций, актуальность анализа результатов экспериментальных исследований звукового поля, проводимых Отделением гидроакустики МГИ НАНУ на шельфе северо-западной части Черного моря в течение ряда лет, новизна и значение их для акустики шельфа и решения прикладных задач очевидны. Целью работы является исследование зависимости структуры звукового поля от типа рефракции, частоты излучаемого сигнала и глубины приема, которое основано на результатах натуральных измерений на квазистационарных трассах. Original experimental results of sound field spatial structure researches along quasi-stationary lines positioned in the Black Sea North-West shelf in negative and positive refraction conditions in versus of radiation frequency and receiver depth are considered.

Активные и пассивные сонарные системы, алгоритмы обработки сигналов

18.02-01.331 О потенциальных возможностях определения координат газовых факелов с помощью эхолота с расщепленным лучом. *Любчикий А.А., Омельченко А.В. КОНСОНАНС-2015. Акустический симпозиум (29–30 сентября 2015 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2015, с. 140-145. Рус.

Важными и пока недостаточно исследованными методологическими проблемами дистанционной акустической диагностики газовой выделений из морского дна являются оценки потенциальных возможностей и погрешностей разрабатываемых методов, а также вопросы оптимизации алгоритмов обработки

эхо-сигналов. В частности, первоочередной задачей изучения газоотдачи морского дна является поиск и картирование газовых факелов (ГФ). При этом, координаты газовыделяющих источников (метановых сипов) обычно определяются по данным приемника GPS, установленного вблизи антенны эхолота. В случае расположения сипов на значительных глубинах, когда размер «озвученного» пятна на дне существенно превышает (в плане) размер газовыделяющей площадки и ошибки навигационной системы, координаты источника могут быть уточнены по данным измерений фазовых углов на цель с использованием антенн типа «расщепленный луч» (split-beam). Однако, погрешности такой коррекции и основные причины возникновения ошибок не исследованы. Для этих целей целесообразно использование методов имитационного моделирования, позволяющих изучать влияние геометрии зондирования, характеристик газовыделений, среды распространения звука и параметров гидроакустических систем при повторяющихся и полностью контролируемых условиях. В данной работе рассмотрена имитационная модель обратного рассеяния звука в ГФ и приводятся полученные на ее основе результаты исследования потенциальной точности измерения координат источников газовыделений по фазовым характеристикам эхо-сигналов с использованием антенны эхолота «расщепленный луч». Представлены имитационная модель и полученные на ее основе оценки точности определения координат газовыделяющих источников на морском дне с использованием эхолотов, оснащенных антенной системой «расщепленный луч».

18.02-01.332 Обратная задача объемного рассеяния звука в интенсивных газовых факелах при многочастотном зондировании. *Любицкий А.А., Поединчук А.Е. КОНСОНАНС-2015. Акустический симпозиум (29–30 сентября 2015 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2015, с. 146-151. Рус.

Результаты натурных исследований характеристик обратного рассеяния звука в газовых факелах (ГФ) над метановыми сипами на морском дне, показывают, что процесс рассеяния, как правило, носит некогерентный (диффузный) характер. Для диагностики таких факелов, когда эхо-сигнал формируется большим числом пузырьков разных размеров, необходимо использование многочастотных гидроакустических систем (ГАС). При этом возникает задача определения функции распределения пузырьков по размерам на основе данных измерений коэффициентов объемного рассеяния звука на дискретном множестве рабочих частот ГАС (т.н. обратная задача объемного рассеяния). В работах Любицкий А.А., Бережная Н.Д. Обратное рассеяние звука в газовых факелах Черного моря // Сб. Акустика океана Доклады XIV школы-семинара им. акад. Л. М. Бреховских, совмещенной с XXVI сессией Российского Акустического общества. М.: ГЕОС. 2013. С. 142-145 и Commander K.W., McDonald R.J. Finite-element solution of the inverse problem in bubble swarm acoustics // J. Acoust. Soc. Am. 1991. 89. Pp. 592-597 была показана возможность восстановления одномерных размерных спектров пузырьков по данным многочастотного акустического зондирования факелов с использованием метода конечных элементов и классических методов регуляризации некорректных задач Тихонова—Лаврентьева. Однако, достаточно большое число необходимых для этого рабочих частот ГАС (≥ 20) затрудняет практическую реализацию методов. Это обстоятельство требует развития новых подходов к решению обратной задачи, позволяющих минимизировать число измерительных каналов. Представлен новый метод и численный алгоритм решения обратной задачи объемного рассеяния звука в интенсивных газовых факелах — восстановления размерного спектра газовой выделений по данным многочастотного акустического зондирования. В результате численных экспериментов показана возможность определения спектра на ограниченном наборе частот, допускающем практическую реализацию.

18.02-01.333 Методика расчета сигналов, отраженных от подстилающей поверхности для радиовысотометров и бортовых датчиков цели. *Каракуллин Ю.В. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 9-я междунар. конф. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф.* М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2016,

с. 83-86. Рус.

18.02-01.334 Обзор и анализ методов эхокомпенсации на базе трансверсального фильтра и табличного эхокомпенсатора в дуплексных системах передачи информации. *Павлов И.И., Лебедев В.В., Абрамов С.С., Абрамова Е.С. Т-Сотт: Телекоммуникации и транспорт.* 2017. 11, № 11, с. 4-9. Рус.

Для исследования двусторонних систем с целью выявления основных элементов, влияющих на качество передачи информации, рассмотрена типичная структурная схема дуплексной передачи сообщений. Для исследования дуплексных систем электросвязи необходимо располагать математическими моделями элементов, из которых они состоят. В системах дальней связи двухсторонняя одновременная передача информации производится по двухсторонним каналам, образованным двумя встречными однонаправленными каналами, объединенными переходными устройствами. Показано, что на нынешнем уровне развития цифровой обработки сигналов, именно компенсационные методы разделения направлений передачи становятся основой для повышения помехоустойчивости и эффективности использования канальных ресурсов дуплексных проводных и беспроводных систем. Рассмотрены различные методы эхокомпенсации в дуплексных системах передачи информации. Рассмотрены известные методы эхокомпенсации на базе трансверсального эхокомпенсатора и табличного эхокомпенсатора. Параллельные компенсаторы получили широкое распространение благодаря простоте идеи параллельной компенсации. Параллельный эхокомпенсатор представляет собой систему, включенную параллельно компенсируемому тракту. Очевидным преимуществом табличных компенсаторов является отсутствие необходимости выполнения операций умножения и последующего накопления результатов умножения. Сравнение табличного эхокомпенсатора и эхокомпенсатора на базе трансверсального фильтра можно проводить по различным критериям. В качестве первого критерия следует выбрать потенциальную точность эхокомпенсации при одинаковой сложности реализации. При этом сложность реализации следует разделить на две составляющие — аппаратную и алгоритмическую. Эхокомпенсатор на базе трансверсального фильтра существенно проигрывает табличному эхокомпенсатору как в точности эхокомпенсации, так и в количестве математических операций. Единственным преимуществом заключается в меньшем числе ячеек памяти. На основе сравнительного анализа методов разделения направлений передачи сообщений, можно выбрать эхокомпенсатор для применения в аппаратуре электросвязи.

18.02-01.335 Интерферометрический метод локализации источников звука в океанических волноводах. *Кузнецов Г.Н., Кузькин В.М., Переселков С.А. Труды ИОФАН.* 2017. 73, с. 112-143. Рус.

Изложен новый метод обнаружения и определения скорости, удаленности и глубины источника звука в мелком море. Метод основан на устойчивых структурных особенностях интерференционной картины, формируемой движущимся источником, и на информации отношения амплитуд соседних нормальных волн. Приведены результаты апробации алгоритма локализации источника в натуральных условиях и в вычислительном эксперименте. Алгоритм отличается высокой помехоустойчивостью и малая чувствительность к вариациям характеристик волновой среды.

См. также **18.02-01.312, 18.02-01.318**

Гидроакустические преобразователи и антенны

18.02-01.336 Конечно-элементное моделирование гидроакустических пьезопреобразователей. *Наседкин А.В. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 159-164. Рус.

Рассматриваются проблемы конечно-элементного моделирования пьезоэлектрических излучателей и приемников ультразвуковых волн, нагруженных на акустические среды. Описываются подходы, принятые в конечно-элементных пакетах ANSYS

и ACELAN. Особо отмечается комплекс симметричных седловых алгоритмов, реализованных в разработанном на кафедре математического моделирования РТУ под руководством проф. А.В.Белокопя пакете ACELAN, предназначенном для решения динамических задач акустоэлектрорупругости. Анализируются опыт расчетов по МКЭ конкретных пьезоустройств: многослойных пьезоизлучателей силовой антенной решетки ультразвукового литотриптора, сферических пьезоизлучателей и др. Отмечается, что в ряде случаев для гидроакустических применений оказываются эффективными пьезоизлучатели, выполненные из пористой керамики. В связи с этим уделено внимание реализации метода эффективных модулей для определения полного набора эффективных констант пористой пьезокерамики по конечно-элементным решениям специальных задач электрорупругости для представительных объемов.

18.02-01.337 Многорезонансный изгибный электроакустический преобразователь. Чесский Ю.В. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 271-274. Рус.

Рассмотрена конструкция многорезонансного изгибного электроакустического преобразователя и методика подбора его элементов, для обеспечения перекрытия широкой полосы частот. Приведены результаты исследования частотных характеристик преобразователя в гидроакустической трубе и в гидроакустическом бассейне.

18.02-01.338 Обобщенный фазовый метод диаграммообразования для приемных антенных решеток широкополосных временных сигналов. Глазьев В.И., Зацерковский Р.А., Смидович О.В. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 136-141. Рус.

На базе критерия локальной пространственно-временной узкополосности получен обобщенный фазовый алгоритм диаграммообразования в приемных антенных решетках широкополосных временных сигналов на промежуточной частоте, показана связь обобщенного фазового метода с временным и фазовременным алгоритмами.

18.02-01.339 Снижение гидродинамических помех гидрофонов вертикальной дрейфующей антенны. Гринченко В.Т., Макаренко А.П., Воскобойник В.А. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 159-164. Рус.

Представлены результаты экспериментальных исследований средств снижения гидродинамических шумов обтекания вертикальной дрейфующей антенны. Приведен ряд пассивных средств снижения помех в виде обтекателей гидрофонов и осуществлен сопоставительный анализ их эффективности. При малых скоростях обтекания (0.1–0.2) м/с наиболее эффективным устройством, снижающим гидродинамические помехи гидрофонов, является чечевицеобразный обтекатель. При более высоких скоростях обтекания (0.4–0.5) м/с предпочтительнее использовать флюгероподобный обтекатель покрытый сетчатой оболочкой. Рассмотрена физическая модель процесса обтекания дисковых гидрофонов и средств их защиты.

18.02-01.340 Взаимодействие плоской звуковой волны с цилиндрической решеткой, образованной из пьезокерамических цилиндрических преобразователей и акустического экрана. Шамарин А.Ю. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 296-300. Рус.

При решении прикладных задач гидроакустики, возникает вопрос исследования динамических процессов в определенной гидроэлектрорупругой системе, в том числе и взаимодействие плоской звуковой волны с цилиндрической решеткой, образованной из пьезокерамических цилиндрических преобразователей и акустического экрана. В данной работе исследуются физические характеристики полей системы состоящей в общем случае из произвольного числа погруженных в акустическую среду тонкостенных цилиндрических пьезопреобразователей, оси которых являются образующими некоторой воображаемой

цилиндрической поверхности. Внутри решетки находится еще одна, не перемешивающаяся с внешней, акустическая среда, которая заполняет цилиндрический объем. Система возбуждается установившейся во времени плоской волной давления. Преобразователи поляризованы в радиальном направлении и могут иметь закороченные, разомкнутые и замкнутые через нагрузочное сопротивление электроды. Иными словами имеется круговая антенная решетка внутри, которой находится экран произвольной акустической жесткости.

18.02-01.341 Один из подходов к анализу и обоснованию принципов построения векторных приемников. Лейко Н.С., Литовецкая Г.Д., Маяцкий В.И., Климов А.Е., Савина И.В. КОНСОНАНС-2007. Акустический симпозиум (25–27 сентября 2007 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2007, с. 145-149. Рус.

При построении систем активного гашения звука по методу Г.Д. Малюженца используются приемные и излучающие поверхности, которые должны удовлетворять ряду условий. Принципиальными из них являются прозрачность для звука поверхностей, образованных из принимающих и излучающих преобразователей, и применение в качестве приемников и излучателей преобразователей, формирующих одностороннюю характеристику направленности. Первое условие обеспечивает неискажаемость звуковых полей структурными элементами акустической части систем активного гашения звука и реализуется обычно использованием преобразователей, малых по сравнению с длинами волн гасимых сигналов. Второе условие позволяет достичь в идеальном случае полного отсутствия акустической обратной связи между поверхностями, образованными из приемных и излучающих преобразователей. Одним из возможных путей практической реализации перечисленных условий является использование при построении акустической части систем активного гашения звука комбинированных акустических преобразователей. Они представляют собой многоканальные устройства, объединяющие в одной конструкции преобразователи различных типов — давления и колебательной скорости (векторные). В режиме приема регистрация колебательного движения частиц среды может быть осуществлена путем перемещения элементов векторного приемника, преобразующих механическое движение в электрические сигналы под действием на них движущихся частиц. Одним из таких приемников является цилиндрический преобразователь. Специфика его работы состоит в использовании определенных форм колебаний механической системы с распределенными параметрами. Собственными формами колебаний цилиндрической оболочки являются продольные колебания по окружности и изгибные колебания. При этом из всей совокупности форм колебаний векторную характеристику формируют только колебания, содержащие в разложении угловую зависимость вида $\cos\Phi$. К ним могут относиться как продольные, так и изгибные колебания. Остальные формы колебаний, не используемые в процессе заданного преобразования энергии, являются причиной искажения характеристик векторного приемника при его работе на рассматриваемой моде. Целью работы является получение аналитических соотношений, позволяющих выполнить количественную оценку этого искажения.

18.02-01.342 Снижение гидродинамических помех антенн с векторными приемниками. Макаренко А.П., Воскобойник В.А. КОНСОНАНС-2007. Акустический симпозиум (25–27 сентября 2007 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2007, с. 169-175. Рус.

In the report are resulted experimental researches on hydrodynamic noise reduction of pressure gradient hydrophone aeriels of drifting hydroacoustic stations. Flow processes of the small-sized aerial are considered. The influence of a flow velocity on a level of noise spectrum is investigated. Noise reduction means and constructions are offered and approved. Their action is directed on reduction of scales of vortex systems — noise sources that has allowed lowering their intensity essentially.

18.02-01.343 Особенности разработки векторно-скалярных приемников для гибких протяженных буксируемых антенн. Коренбаум В.И., Тагильцев А.А. КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1–2 октября 2013 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013,

с. 144-149. Рус.

Применение векторных и комбинированных приемников в гибких приемных буксируемых антеннах (ГПБА) позволяет обеспечить пространственную избирательность не только в продольной, но и поперечной плоскостях. Это свойство векторных ГПБА представляет интерес для устранения неоднозначности пеленгования и определения угломестного направления на источник принятого сигнала. Внимание исследователей к разработке и исследованию векторных ГПБА вновь привлечено в последние годы. Основными проблемами использования векторно-скалярных приемников в низкочастотных гибких буксируемых протяженных антеннах являются защита от помех обтекания и необходимость достижения высокой чувствительности при малых поперечных волновых размерах. Цель работы — исследование характеристик векторно-скалярных приемников, помещенных в тело ГПБА из звукопрозрачного композита. Рассмотрены вопросы разработки векторно-скалярных приемников для низкочастотных гибких буксируемых протяженных антенн, связанные с оценкой резонанса подвеса, методами защиты от помех обтекания.

18.02-01.344 Свойства механических полей экранов гидрокерамических излучателей компенсированной конструкции в зависимости от параметров экрана. Гусак З.Т. *КОНСОНАНС-2015. Акустический симпозиум (29–30 сентября 2015 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2015, с. 72-77. Рус.

Рассмотрен гидрокерамический излучатель, состоящий из цилиндрического пьезокерамического излучателя с окружной поляризацией, помещенного в акустически мягкий экран. При этом считается, что тип конструктивного исполнения излучателя — компенсированный. Методами связанных полей и частичных областей решена задача и получены аналитические выражения, описывающие физические поля указанного излучателя. Выполнен численный анализ свойств механических полей таких излучателей. Сопоставительный анализ частотных свойств излучателей позволил выявить ряд тонких эффектов в формировании механических полей этих излучателей в зависимости от типа компенсированного исполнения конструкции и параметров их экранов.

18.02-01.345 Физические поля планарных гидрокерамических антенн, образованных из цилиндрических пьезокерамических излучателей с радиальной поляризацией. Нисенчик А.И. *КОНСОНАНС-2015. Акустический симпозиум (29–30 сентября 2015 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2015, с. 158-163. Рус.

В корабельной гидроакустике широкое применение нашли плоские (планарные) приемно-излучающие антенны. Развитые размеры гидрокерамических антенн с плоской рабочей поверхностью, размещенных в корпусе корабля, обеспечивают возможности решения задач как обнаружения подводных объектов в области низких звуковых частот, так и гидроакустической навигации с использованием высоких частот. Исследованиям плоских гидрокерамических антенн посвящено большое число работ. Однако практически во всех из них рассматриваются вопросы формирования и расчета только акустических полей, как без учета, так и с учетом взаимодействия элементов антенны по акустическому полю. Гидрокерамические антенны в процессе своей работы выполняют две функции — функцию преобразования одного вида энергии (электрической в режиме излучения, акустической в режиме приема) в другой вид (акустическую и электрическую, соответственно) и функцию распределения акустической энергии в окружающую антенну пространство. Таким образом, функционирование гидрокерамической антенны характеризуется наличием нескольких видов взаимодействия, а именно, взаимодействия трех физических полей в процессе преобразования энергии (электрического, механического и акустического) и взаимодействием элементов антенны по акустическому полю в процессе пространственного распределения преобразованной энергии. В изложенной постановке изучалась только работа одиночного пьезокерамического цилиндрического излучателя. Целью данной работы является получение аналитических выражений, позволяющих описать закономерности формирования и свойства всех физических полей планарных антенных решеток, образованных из конечного

числа пьезокерамических цилиндрических излучателей с радиальной поляризацией, с учетом всех видов взаимодействий полей, возникающих в процессе работы антенных решеток. Методом связанных полей в многосвязных областях решена задача излучения звука планарной антенной решеткой, образованной из цилиндрических пьезокерамических излучателей силовой и компенсированной конструкций с радиальной поляризацией, с учетом взаимодействия электрических, механических и акустических полей в процессе преобразования электрической энергии в акустическую и взаимодействия излучателей в решетке по акустическому полю, обусловленного многократным рассеянием волн на элементах решетки. Проведена физическая и математическая постановка задачи. Получены аналитические выражения, позволяющие выполнять расчеты параметров всех физических полей, участвующих в работе антенны.

18.02-01.346 Физические поля круговых цилиндрических гидрокерамических антенн с экраном и цилиндрическими пьезокерамическими излучателями с радиальной поляризацией. Старовойт Я.И. *КОНСОНАНС-2015. Акустический симпозиум (29–30 сентября 2015 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2015, с. 194-199. Рус.

Широкая область практического использования цилиндрических гидрокерамических антенн в корабельной гидроакустике обусловила необходимость разработки методов расчета их параметров и исследования свойств антенн. Гидрокерамические антенны характеризуются тем, что они не только формируют распределение акустического поля в окружающем пространстве, но и осуществляют преобразование одного вида энергии в другой, например, электрической энергии в акустическую в режиме излучения. Целью данной статьи является разработка методов расчета круговых цилиндрических антенн с экраном и различным конструктивным исполнением ее цилиндрических излучателей в так называемой «сквозной» постановке, когда величинам электрических напряжений на входе антенны ставятся в соответствие значения давлений в акустическом поле, формируемом антенной. Методом связанных полей в многосвязных областях решена задача об излучении звука круговой цилиндрической гидрокерамической антенной, образованной из конечного числа цилиндрических пьезокерамических преобразователей силовой или компенсированной конструкций и цилиндрического акустического экрана, расположенного во внутренней полости антенны. Решение задачи сведено к бесконечной линейной системе алгебраических уравнений, которая является исходной для получения количественных данных о физических полях круговых цилиндрических антенн с экраном и их элементов.

18.02-01.347 Моделирование алгоритмов обработки процессов на выходе каналов комбинированного приемника и комбинированной антенны. Горелов А.А., Смарышев М.Д. *Акустический журнал*. 2018. 64, № 2, с. 250-256. Рус.

Методом компьютерного моделирования рассматривается помехоустойчивость отдельного комбинированного приемника, состоящего из приемников звукового давления и колебательной скорости, и помехоустойчивость плоской звукопрозрачной антенны, состоящей из таких приемников. Результаты компьютерного моделирования подтверждают разработанный ранее аналитический метод расчета коэффициента помехоустойчивости гидрокерамических антенн при мультипликативном алгоритме обработки процессов в их каналах. Показано, что при изменении в весьма широких пределах анизотропии поля помех, воздействующих на комбинированный приемник и антенну, максимальная помехоустойчивость обеспечивается не при мультипликативной, а при аддитивной обработке.

См. также 18.02-01.98, 18.02-01.310, 18.02-01.323

Подводные измерения и калибровка аппаратуры

18.02-01.348 Лабораторная калибровка гидроакустического приёмника по полю на низких частотах. Исавев А.Е., Николаенко А.С. *Измерительная техника*. 2018,

№ 1, с. 54-59. Рус.

18.02-01.349 Наблюдение устойчивых компонент звуковых полей в Ладожском озере. *Артельный П.В., Вировлянский А.Л., Казарова А.Ю., Коротин П.И., Любавин Л.Я., Стуленков А.В. Акустический журнал.* 2018. 64, № 2, с. 174-185. Рус.

Представлены результаты обработки данных измерений пространственно-временных структур звуковых полей в Ладожском озере. Измерения выполнены с помощью протяженной приемной вертикальной решетки. Целью обработки было выделение компонент поля, которые устойчивы по отношению к небольшим вариациям параметров волновода. В условиях неизбежной неточности математической модели среды такие компоненты могут быть предсказаны точнее, чем полное поле. В терминах лучевого подхода устойчивая компонента формируется пучком лучей, распространяющихся по близким траекториям. С точки зрения модового представления поля она образована небольшой группой мод. В обсуждаемом эксперименте анализировались звуковые поля, возбужденные точечным источником, излучавшим широкополосные импульсы, а также поля волновых пучков, возбужденных на фиксированных частотах с помощью излучающей вертикальной решетки. В обоих случаях результаты обработки показали, что выделенные устойчивые

компоненты, как и ожидалось, существенно лучше совпадают с предсказаниями теоретического расчета (выполненного методом широкоугольного параболического уравнения), чем суммарное волновое поле.

См. также **18.02-01.306**

Компьютерное моделирование в гидрофизике и гидроакустике

18.02-01.350 Обработка гидроакустических сигналов в сложных динамических условиях. *Горбань И.И. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября—01 октября 2009 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 137-141. Рус.

The main results of two theories developed by the author are presented. They are the optimization theory of space-time processing of hydroacoustical signals with account of complex antenna motion, noise, and non-uniform propagation medium together, and the theory of fast multichannel space-time signal processing for antennas with complicated form and moving antennas.

См. также **18.02-01.296, 18.02-01.319**

Атмосферная и аэроакустика

Механизмы, влияющие на распространение звука в воздухе

См. **18.02-01.307**

Инфразвуковые и акустико-гравитационные волны

18.02-01.351 Инфразвук — экологически вредный фактор в ветроэнергетике. *Сокол Г.И. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27—29 сентября 2005 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 283-290. Рус.

Выявлены источники инфразвука в ветроэнергетике, вредно влияющее на экологическую обстановку. Характер общего шума ветроэнергетической установки (ВЭУ) определяется излучением звука отдельных ее узлов и шумами набегающего ветрового потока. Предложены новые методики расчета характеристик акустических полей, генерируемых узлами ВЭУ. Разработана программа-методика для измерений характеристик шума ВЭУ.

18.02-01.352 Мониторинг опасных техногенных и природных явлений в инфразвуковом диапазоне. *Ляцук О.Г., Карягин Е.В. КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1—2 октября 2013 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 188-193. Рус.

18.02-01.353 Инфразвук как связующее звено в системе: космическая погода, климат и биосфера Земли. *Сокол Г.И. КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1—2 октября 2013 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 261-265. Рус.

Описаны инфразвуковые волны, генерируемые в верхней атмосфере при изменениях космической погоды. Рассмотрены проявления инфразвука в системе «земля—атмосфера» при изменении климата. Показано, что инфразвук является связующим звеном между изменениями в атмосфере под влиянием космических и климатических изменений и биосферой.

18.02-01.354 Модуляция коротких инфрагравитационных волн приливом. *Ковалев П.Д., Ковалев Д.П. Фундаментальная и прикладная гидрофизика.* 2018. 11, № 1, с. 21-27. Рус.

Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН проводит регулярную регистрацию волнения в прибрежной зоне о. Са-

халин и Курильских островов с целью изучения инфрагравитационных волн и опасных морских явлений с использованием автономных донных регистраторов волнения (колебаний уровня моря). Используемая в приборах односекундная дискретность позволяет записывать не только инфрагравитационные волны, но зыбь и ветровые волны без искажений. В результате многолетних наблюдений за уровнем моря удалось обнаружить явление модуляции инфрагравитационных волн приливом на шельфе о. Сахалин. Анализ по натурным данным и численным моделям морских поверхностных гравитационных волн показал, что в прибрежной зоне при нелинейном взаимодействии волна-волна происходит передача энергии от низкочастотных длинных волн назад, к более высокочастотным движениям. Это объясняет приливную модуляцию энергии инфрагравитационных волн, наблюдаемую в записях придонного давления на южном шельфе о. Сахалин. Полученные результаты подтверждают возможность использования модели Лонге—Хиггинса и Стюарта для определения коэффициентов увеличения амплитуды и периода инфрагравитационных волн как в прибойной зоне, так и за ее пределами. Подобные изменения приливных пляжей распространены во всем мире и таким образом, приливная модуляция инфрагравитационной энергии в прибойной зоне может быть эффектом прибрежных процессов и региональной сейсмической активности во многих районах прибрежной зоны. Изучение рассматриваемых здесь процессов важно, поскольку инфрагравитационные волны способствуют формированию береговой линии.

Распространение в стационарной атмосфере, метеорологические факторы

18.02-01.355 Распространение акустических возмущений в полидисперсных туманах. *Propagation of acoustic disturbances in polydispersed fogs. Gubajdullin D.A., Ivandaev A.I. Теплофиз. высок. температур.* 1992. 30, № 6, с. 1162-1168. Англ.

Распространение и рассеяние на турбулентности и на неоднородных течениях

18.02-01.356 О возможностях акустического мониторинга вихревого образования. *Богушевич В.К., Замаренова Л.Н., Скина М.И. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября—01 октября 2009 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 96-102. Рус.

The problem of vortex sound velocity field anomaly reconstruction by anomalies of signal travel times is considered. The reconstruction method is based on likeness and convergence of non-anomaly and anomaly rays with the same cycle number, on using of gentle and steep non-anomaly rays for scanning of vortex.

18.02-01.357 Снижение шума турбулентной звуковой струи с помощью шевронных насадок. Храмов И.В., Черенкова Е.С., Пальчиковский В.В., Кустанов О.Ю. *Аэрокосмическая техника, высокие технологии и инновации*. 2017, № 1, с. 285-288. Рус.

Спроектированы и созданы разборные конические и шевронные насадки с различной высотой лепестков шевронов. Проведено исследование снижения шума струи с помощью созданных шевронных насадок. Сравнение спектров и направленностей шума струи с коническими и шевронными насадками позволяет говорить о том, что созданные насадки с длинными лепестками шевронов позволяют снизить шум струи в области максимума излучения на 1–2 дБ.

18.02-01.358 Стационарное вихревое кольцо с изохронным течением в вихревом ядре. Акиншин Р.В., Копьев В.Ф., Чернышев С.А., Юдин М.А. *Известия РАН. Механика жидкости и газа*. 2018, № 2, с. 50-61. Рус.

Исследуются стационарные решения в задаче о тонком вихревом кольце в невязкой несжимаемой жидкости в безграничном пространстве. Для построения стационарных решений используется процедура Френкеля, в которой проводится преобразование заданного распределения завихренности в плоском течении с круговыми линиями тока к стационарному вихревому кольцу в виде разложения по параметру тонкости кольца. Так, двумерный вихрь с постоянной завихренностью преобразуется в вихревое кольцо с однородным распределением, в котором модуль завихренности пропорционален расстоянию от оси симметрии. Для этой задачи найдены следующие, не полученные ранее, члены разложения. Главной целью работы является построение алгоритма нахождения течения для изохронного вихревого кольца, в котором периоды обращения для всех жидких частиц в вихревом ядре одинаковы. Проблема состоит в том, что двумерное распределение, переходящее в соответствии с процедурой Френкеля в изохронное кольцо, заранее неизвестно. В частности, кольцо с однородным распределением не является изохронным, несмотря на изохронность исходного двумерного течения. В связи с этим процедура Френкеля существенно модифицирована так, что исходное 2-мерное распределение завихренности определяется на каждом шаге итерационной процедуры. Для построения изохронного решения существенно используется полученное в работе решение для вихревого кольца с однородным распределением, к которому на каждом шагу вычисляются необходимые поправки. Получение изохронного течения является ключевым шагом для исследования устойчивости 3-мерных колебаний вихревого кольца, поскольку спектр колебаний этого течения имеет дискретный характер.

18.02-01.359 Пространственно-временные корреляции пульсаций скорости и давления внутри полусферического углубления. Воскобойников В.А. *Акустический вестник (Акустичний вісник, укр.)* 2015, 17, № 3, с. 3-12. Рус.

Проведены экспериментальные исследования по определению особенностей механизма зарождения и эволюции когерентных вихревых структур, которые формируются внутри полусферического углубления, и пространственно-временных характеристик полей пульсаций скорости и давления, генерируемых внутри углубления и в его следе. Эксперименты проведены в гидродинамической лотке на гидравлически гладкой пластине с полусферической лункой. Поля пульсаций скорости, динамического и пристеночного давления исследованы с помощью группы пленочных термоанемометров и миниатюрных пьезокерамических датчиков пульсаций давления. Получены пространственно-временные корреляции пульсаций скорости и давления, генерируемых когерентными крупномасштабными вихревыми структурами, циркуляционным течением и вихревыми структурами сдвигового слоя, которые формировались внутри полусферической лунки и выбрасывались наружу в пограничный слой. Наибольшие значения коэффициентов пространственно-временной корреляции пульсаций пристеноч-

ного давления наблюдались на кормовой и боковой стенках полусферической лунки, а наименьшие – в ее придонной части. Установлено, что взаимные корреляции пульсаций продольной скорости превышают величины взаимных корреляций пульсаций скорости и пристеночного давления, а также пульсаций динамического и пристеночного давления.

18.02-01.360 Излучательная неустойчивость неограниченного струйного течения. Калашник М.В. *Акустический журнал*. 2018, 64, № 2, с. 139-145. Рус.

Рассмотрена задача о линейной динамике возмущений неограниченного струйного течения с кусочно-линейным профилем скорости. Устойчивые возмущения течения в несжимаемой среде – это так называемые волны потока, локализованные у скачка завихренности. В работе показано, что за счет акустического излучения в сжимаемой среде амплитуда этих волн медленно нарастает, т.е. возникает неустойчивость. Асимптотическое решение задачи при малых числах Маха представлено в терминах функций Эйри. Получено аналитическое выражение для инкремента нарастания возмущений.

Численные методы для акустики атмосферы

18.02-01.361 Апостериорные алгоритмы для решения задач совместного обнаружения и оценивания сейсмических волн. Воскобойникова Г.М., Хайретдинов М.С. *Сибирский журнал индустриальной математики*. 2015, 18, № 4, с. 9-17. Рус.

Предложен и исследуется новый подход по определению времен заступлений сейсмических волн в связи с решением проблемы активного геофизического мониторинга природной среды. Его результативность иллюстрируется на ряде численных экспериментов и примере решения модельной задачи мониторинга положения скважинного источника, вытекающей из проблемы локации бура в процессе нефтепромыслового бурения.

Аэро-термо-акустика и акустика горения

18.02-01.362 Исследование акустических характеристик сжигания газовой струи в сопутствующем потоке окислителя с различными параметрами турбулентности. Investigation of acoustic characteristics of a gas jet burning in the accompanying flow of oxidizer with various turbulence parameters. *Lyzenko K.V. Теплофиз. высок. температур*. 1992, 30, № 6, с. 1232-1235. Англ.

18.02-01.363 Переход горения в детонацию и акустика. Deflagration-detonation transition and acoustics. *Ryatnyskiy L.N. Инженерная физика*. 2018, № 1, с. 13-23. Англ.

Предложен механизм перехода дефлаграции в детонацию в газах. Он основан на отказе от одномерного рассмотрения переходного процесса и на учете влияния звуковых волн на структуру и форму пламени. Выделено четыре стадии переходного процесса. 1. Первое ускорение вызвано ростом поверхности пламени за счет конвективного движения газа при расширении продуктов горения и ячеистой структуры пламени, возникшей под воздействием звуковых волн. 2. Причина второго ускорения связана с появлением «ведущих точек» пламени на границе образующегося турбулентного пограничного слоя течения. В результате в «двойном разрыве» появляется мощная ударная волна. 3. Эта волна и зона горения, обмениваясь энергией звуковых волн, образуют единый комплекс, протяженность которого быстро сокращается, а амплитуда излучаемых пламенем сферических волн возрастает. 4. В местах их отражений от стенок возникают детонационные волны, которые быстро сливаются в единую волну сферической формы. Ее сегмент, бегущий вперед, есть детонационная волна. Сегмент, движущийся в обратном направлении, называют регионационной волной. Остальная часть перемещается поперек трубы. На картине целевой развертки их интерпретируют как спиновую или пульсирующую детонация. Дано описание формирования сферической детонации.

Ударные и взрывные волны, звуковой удар

18.02-01.364 К расчету спектральных составляющих периодически следующих ударных волн. *Сokol Г.И., Тучина У.Н. КОНСОНАНС-2007. Акустический симпозиум (25–27 сентября 2007 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2007, с. 211-215. Рус.

Представлены результаты разложения Фурье для случая воздействия на сплошную неподвижную воздушную среду периодически следующими ударными волнами с частотой 20 Гц, которые образуются при работе преобразователей постоянных сверхзвуковых потоков в акустические колебания. Разработана методика, позволяющая провести анализ составляющих спектра. Показано, что наиболее энергонесущими в спектре являются низкочастотные составляющие. Построены характеристики направленности первых пяти гармоник.

18.02-01.365 Ослабление ударных волн в неравновесном газе. *Завершинский И.П., Коган Е.Я. Теплофиз. высок. температур.* 2000. 38, № 2, с. 293-297. Рус.

Рассматривается эволюция слабых ударных волн в неравновесных газовых средах с флуктуирующими параметрами. Получены двумерные нелинейные эволюционные уравнения для усредненных параметров акустического поля, создаваемого телом в сверхзвуковом потоке активной среды. Обсуждается возможный механизм уменьшения амплитуды и уширения фронта слабых ударных волн в неравновесных газовых средах.

18.02-01.366 Исследование сильных ударных волн в неидеальной плазме. *Протасов Ю.С. Теплофиз. высок. температур.* 1977. 15, № 5, с. 934-949. Рус.

Рассмотрены физические характеристики ударных волн, генерируемых в зоне плазменного фокуса магнитоплазменного компрессора эрозийного типа и метод получения плоской стабильной ударной волны в сильно неидеальной плазме различного химического состава. Показано, что при собирании плазмы из зоны плазменного фокуса в трубку малого диаметра может образовываться плоская стабильная взрывная волна, свободная от тока, с высокой эффективностью преобразования энергии накопителя в энергию ударной волны.

18.02-01.367 Численное моделирование отражения ударной волны от стенки с отверстием. *Британ А.Б., Рудницкий А.Л., Старик А.М. Теплофиз. высок. температур.* 1987. 25, № 5, с. 967-974. Рус.

С использованием приближения невязкого нетеплопроводного совершенного газа численно решена задача об отражении ударной волны от стенки с отверстием. Анализируется влияние двумерного характера течения на динамику взаимодействия возмущений при отражении и проводится сопоставление с экспериментом.

18.02-01.368 Численное моделирование отражения ударной волны от стенки с отверстием в релаксирующем газе. *Британ А.Б., Рудницкий А.А., Старик А.М. Теплофиз. высок. температур.* 1989. 27, № 1, с. 122-128. Рус.

В приближении невязкого нетеплопроводного газа численно решена задача об отражении ударной волны от плоской стенки с отверстием в релаксирующем газе. Анализируются особенности формирования течения за фронтом отраженной ударной волны в условиях существенного влияния на динамику взаимодействия возмущений процессов колебательной релаксации.

18.02-01.369 Исследование условий формирования газокумулятивной струи и сгустка ударно-сжатого газа при детонации плоского заряда ВВ. *Васильев С.М., Курко В.И., Пак Н.И. Теплофиз. высок. температур.* 1989. 27, № 5, с. 907-912. Рус.

18.02-01.370 Численное моделирование отражения плоской ударной волны от стенки в релаксирующем газе. *Кирмусов И.И., Старик А.М. Теплофиз. высок. температур.* 1989. 27, № 5, с. 962-968. Рус.

Анализируются особенности численного моделирования отражения ударной волны от плоской стенки в релаксирующем газе при использовании методов сквозного счета. Разработана схема построения подвижной расчетной сетки, позволяющая выделять разрывы в релаксирующем газе и вычислять изменение скорости отраженной ударной волны при ее движении по зоне

с переменными параметрами. Проведены расчеты отражения ударной волны в углекислом газе.

18.02-01.371 О движении ударных волн с постоянной скоростью в разномодульных упругих средах. *Дудко О.В., Рагозина В.Е. Известия РАН. Механика твердого тела.* 2018, № 1, с. 134-144. Рус.

Для кусочно-линейных моделей разномодульных упругих сред представлены точные аналитические решения одномерных динамических задач деформирования с плоскими или сферическими волновыми поверхностями. Рассмотрены режимы сжатия-растяжения с возникновением центрированной волны Римана и растяжения-сжатия с образованием ударной волны. В качестве основного метода решения для фазы сжатия использован прием обратного определения краевого условия по известной информации о характере движения ударной волны. Существенные качественные отличия полученных решений от соответствующих классических результатов для линейно упругих сред особенно важны при изучении динамики пористых и связных сыпучих сред.

18.02-01.372 Численное моделирование газодинамики сложных ударно-волновых структур, сопровождающих высотные струйные взаимодействия при функционировании космических аппаратов. *Воронин В.В., Епишин А.С., Храмов Н.Е. Космонавтика и ракетостроение.* 2018, № 1, с. 118-126. Рус.

Представляются результаты численного моделирования сложных ударно-волновых структур, сопровождающих струйные взаимодействия при функционировании изделий ракетно-космической техники на больших высотах. Указывается, что исследования проводились с целью изучения адаптационных возможностей программного комплекса OpenFOAM применительно к процедуре получения газодинамических характеристик струйных взаимодействий при наземной отработке указанных изделий. Отмечается, что используемые для тестирования экспериментальные результаты при $\alpha \neq 90^\circ$ публикуются впервые и представляют самостоятельный интерес.

18.02-01.373 Об устойчивости ударных волн для некоторых моделей механики сплошной среды. *Блохин А.М., Ширнен А.А. Сибирский журнал индустриальной математики.* 2000. 3, № 1, с. 33-46. Рус.

На примере двух математических моделей необратимой механики сплошной среды показано, что подход, основанный на представлении ударных волн как поверхностей сильного разрыва, страдает существенными недостатками. Вывод о дефектах такого подхода основан на построении экспоненциальных решений некоторых линеаризованных смешанных задач.

18.02-01.374 К вопросу об устойчивости ударных волн. *Блохин А.М., Ширнен А.А. Сибирский журнал индустриальной математики.* 2000. 3, № 2, с. 23-28. Рус.

На примере математической модели Навье—Стокса вязкой сплошной среды показано, что подход, основанный на представлении ударных волн как поверхностей сильного разрыва, страдает существенными недостатками. Вывод о дефектах такого подхода основан на численном построении экспоненциальных решений некоторой линеаризованной смешанной задачи.

18.02-01.375 Моделирование схождения сферической ударной волны по теплопроводному газу. *Хабиров С.В. Сибирский журнал индустриальной математики.* 2007. 10, № 1, с. 140-152. Рус.

В модели невязкого теплопроводного газа рассматривается схождение ударной волны к центру. Выводится приближенная подмодель при малом градиенте температур и большом коэффициенте теплопроводности вблизи центра, но при малом вдали от центра. Представлены все типы ударных адиабат в зависимости от произвольного подвода и отвода тепла, а также от изменения уравнения состояния на ударном переходе. Установлено, что при стационарном стоке возможны два течения с сильной и слабой детонационными волнами.

18.02-01.376 Об ударной деформации несжимаемого полупространства под действием сдвигающей нагрузки переменного направления. *Рагозина В.Е., Иванова Ю.Е. Сибирский журнал индустриальной математики.*

2014. 17, № 2, с. 87-96. Рус.

На примере одномерной плоской задачи для нелинейно-упругого несжимаемого полупространства рассматривается процесс нагружения, в котором сдвиговое воздействие на граничной плоскости меняется и по интенсивности, и по направлению. Показано, что в областях пространства, где нелинейность среды становится существенным фактором, решение в прифронтной области ударной волны определяется системой нелинейных эволюционных уравнений. Получено общее решение эволюционной системы. Рассматривается в качестве примера частное решение эволюционной системы для одного из наиболее простых краевых граничных условий. Представлен параметрический метод определения перемещений на основе решения эволюционной системы.

18.02-01.377 Расчет структуры ударной волны в CO_2 с учетом объемной вязкости. *Алексеев И.В., Кустова Е.В. Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 1: Математика. Механика. Астрономия.* 2017. 4, № 4, с. 642-653. Рус.

Исследуется изменение макропараметров углекислого газа CO_2 при его прохождении через ударную волну. Новизна работы заключается в корректном учете объемной вязкости при расчете структуры ударной волны. Предполагается, что во фронте волны происходит возбуждение поступательных, вращательных и колебательных степеней свободы молекул газа. Процессы переноса моделируются методами кинетической теории газов. Подробно изучается влияние колебательных степеней свободы на коэффициенты переноса при разных числах Маха. Численно решается система уравнений Навье—Стокса с учетом тензора вязких напряжений и теплового потока. Диагональные члены тензора напряжений содержат коэффициенты сдвиговой и объемной вязкости, а коэффициент теплопроводности определяется вкладом поступательных и внутренних степеней свободы. Учитывается сложная структура колебательных мод молекул углекислого газа при расчете его удельной теплоемкости и показателя адиабаты. Показано, что показатель адиабаты заметно меняется при прохождении через ударную волну, поэтому обычно используемое предположение о его постоянстве значительно влияет на точность расчета равновесных значений макропараметров газа за ударной волной. Получены распределения следующих макропараметров: давления, плотности, скорости и температуры при прохождении ударной волны с числами Маха, равными 2 и 5; исследованы коэффициенты переноса в зависимости от расстояния от фронта волны. Установлено, что учет колебательных степеней свободы и объемной вязкости значительно влияет на ширину фронта и параметры ударной волны в многоатомных газах. Для азота учет объемной вязкости приводит к заметному улучшению согласования расчетных и экспериментальных данных по измерению плотности.

См. также 18.02-01.173, 18.02-01.188, 18.02-01.193, 18.02-01.363

Звук в трубах с потоками

18.02-01.378 Вихревые структуры в полужидкостной канавке на плоской поверхности. *Воскобойник А.В., Воскобойник В.А. КОНСОЛАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 122-127. Рус.

18.02-01.379 Волны в однородном канале с периодической цепочкой тонкостенных пластин. *Сухинин С.В., Юрковский В.С. Сибирский журнал индустриальной математики.* 2013. 16, № 1, с. 106-115. Рус.

При помощи теории представлений групп локально-плоских симметрий в двумерной постановке исследованы особенности распространения акустических волн в однородном прямоугольном канале с одномерно периодической цепочкой тонкостенных пластин. Получены дисперсионные соотношения для мод, ортогональных поршневой моде. Определены полосы пропускания и заграждения для этих мод. Проведены исследования зависимости волноводных свойств от геометрических параметров цепочки пластин. Обнаружено, что волноводные свойства ка-

нала с цепочкой пластин для волн, ортогональных поршневой моде, существенно лучше, чем волноводные свойства свободного канала. Нижняя граница полосы пропускания волн, ортогональных поршневой моде, в канале с цепочкой пластин — ниже нижней границы полосы пропускания свободного канала.

18.02-01.380 Собственные акустические колебания около тонкостенных препятствий в кольцевом цилиндрическом канале. *Хасанов Н.А., Сухинин С.В. Сибирский журнал индустриальной математики.* 2013. 16, № 1, с. 116-125. Рус.

Проведены аналитические и численные исследования акустических собственных колебаний около тонкостенных препятствий в однородных кольцевых цилиндрических каналах. Собственные акустические колебания описываются задачей Неймана для оператора Лапласа. При помощи теории представлений групп симметрий в пространстве решений показано, что для большого класса тонкостенных препятствий в кольцевых каналах всегда существует чисто точечный спектр, погруженный в непрерывный спектр самосопряженного расширения оператора Лапласа, соответствующего однородной задаче Неймана. Получены зависимости собственных частот от геометрических параметров тонкостенных препятствий в однородном цилиндрическом кольцевом канале. Проведены исследования вида собственных функций. Изучено влияние геометрических характеристик области колебаний на частоты, количество и вид собственных колебаний.

18.02-01.381 Формирование околзвучковой области при теплогазодинамическом воздействии на сверхзвуковой поток в канале. *Замураев В.П., Калинина А.П. Теплофиз. и аэромех.* 2018, № 1, с. 157-160. Рус.

Изучается управляющее воздействие одновременно струи и пристеночных источников энергии на ударно-волновую структуру сверхзвукового течения в осесимметричном и плоском каналах с целью создания околзвучковой области. Получены режимы с протяженной околзвучковой областью.

См. также 18.02-01.62, 18.02-01.158, 18.02-01.159

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

18.02-01.382 Современные спутниковые СВЧ-радиометры для дистанционного зондирования атмосферы. *Данилычев М.В., Казарян Р.А., Кутуза Б.Г. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 9-я междунар. конф. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2016, с. 197-202. Рус.*

18.02-01.383 Наземный СВЧ-радиометр для исследования атмосферы и обеспечения подспутниковых экспериментов. *Данилычев М.В., Калинин А.А., Казарян Р.А., Кутуза Б.Г., Турыгин С.Ю. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 9-я междунар. конф. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2016, с. 203-206. Рус.*

18.02-01.384 Возможности многолучевых систем в спутниковой СВЧ-радиометрии атмосферы. *Ермаков Д.М., Данилычев М.В., Саворский В.П., Кутуза Б.Г. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 52-55. Рус.*

Показана необходимость развития технологии многолучевых радиометрических систем для мониторинга атмосферных процессов. Предлагается способ улучшения показателей бортового радиометрического комплекса традиционного типа, за счет введения в его состав независимого радиометра на основе тех-

нологии многолучевых систем апертурного синтеза.

Авиационная акустика

18.02-01.385 Система уравнений аэроакустики для вязкого сжимаемого газа Стокса. Лукьянов П.В. *КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября—01 октября 2009 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 246-251. Рус.

Весь перечень и анализ теоретических моделей аэроакустики не является целью данного доклада из-за ограниченности объёма. Поэтому кратко остановимся лишь непосредственно на тех моделях, которые описывают генерацию и распространение звука в вязких течениях. Их появление и развитие обусловлено созданием и совершенствованием реактивной, турбореактивной авиации. К числу теоретических работ, в которых исследованы вопросы генерации звука в вязких течениях, можно отнести работы, которые развивают идею акустической аналогии Лайтхилла (Lighthill M.J. On Sound Generated Aerodynamically, I: General Theory // Proceedings of the Royal Society. London. 1952. 211A, № 1107. Pp. 564-587), а также работы, продолжающие общий подход Блохинцева (Блохинцев Д.И. Акустика неоднородной движущейся среды. М.: Наука. 1981. 206 с.) для идеальной сжимаемой среды. Ниже приводится краткий анализ сделанного в этих работах.

18.02-01.386 Шум удаленного взаимодействия вихря — лопасти вертолета. Лукьянов П.В. *КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1—2 октября 2013 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 175-180. Рус.

In this paper, a model of noise generation by blade-vortex interaction (BVI) is offered for helicopter rotor operating at subsonic regime ($M=0.2$). The quantitative limits of its using were found. On the base of three-dimensional non-stationary equation of small perturbations spreading, the problem of sound generation by parabolic blade and Taylor's vortexes, situated at certain distance from the blade, has been solved. A numerical-analytical method was used for the problem solution. The method allows calculation of the near-field sound potential and its derivatives. The pressure coefficient analysis has been showed that the disposition of the blade-vortex interaction generates three surges like shock waves A,B,C types (by Tijeman). However, the interaction's amplitudes are smaller than the ones for transonic regime. It has also been found that BVI noise level is 10Db (with respect to $2 \cdot 10^{-5}$ Pa) more than the noise level in similar problem without vortex in the flux. The numerical calculation shows that the limit distance, where the model is acceptable, is more than $1,5R_c$ (R_c — is core radius). Increasing distance between vortex core and rotor blade has been showed essential fading of the BVI-noise level.

18.02-01.387 Шум близкого взаимодействия вихря — лопасти вертолета. Лукьянов П.В. *КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1—2 октября 2013 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 181-187. Рус.

Первые шаги в моделировании шума взаимодействия лопасти и вихря предприняты в середине 1970-х, начале 1980-х гг. Модели эти были достаточно простыми. Интенсивные исследования по изучению шума взаимодействия лопасти и вихря начались с середины 80-х годов прошлого столетия. И до сих пор это направление остаётся актуальным в виду многообразия задач и, соответственно, математических моделей их решения. Как правило, выбор математической модели основан на двух факторах. Первый из них включает в себя уровень представления физических процессов, происходящих во время генерации BVI-шума. Второй, не маловажный фактор, заключается в умении решать поставленные математические задачи. Поэтому очень часто приходится манипулировать между физическими и математическими аспектами задачи с тем, чтобы математическая постановка задачи была, с одной стороны, не чрезмерно сложной, но в то же время, с другой стороны, позволяла учесть важные физические процессы. Одной из первых моделей генерации BVI-шума, является модель взаимодействия потенциального течения вокруг лопасти и точечного (потенциального) вихря Рэнкина. В работе (George A.R. and Lyrintzis A.S. Acoustics of Transonic Blade-Vortex Interactions. AIAA Journal. 1988. v.26. No 7. Pp. 769-776) основное внимание уделяется ближайшему и

среднему звуковому полям. Изучен характер поведения звуковой волны, генерируемой в результате взаимодействия лопасти и вихря. В работе (Lyrintzis A.S. and Xue Y. Study of the Noise Mechanisms of Transonic Blade-Vortex Interactions. AIAA Journal. 1991. v.29. No 10. Pp. 1562-1572) исследуется механизм шума от трансзвукового взаимодействия лопасти и вихря. При этом рассматриваются лопасти различных форм, изучается зависимость от времени коэффициента давления для различных углов наблюдения по отношению к передней кромке лопасти и точечному вихрю. В работе (Y. Xue and A.S. Lyrintzis. Rotating Kirchoff Method for Three-Dimensional Transonic Blade-Vortex Interaction Hover Noise. AIAA Journal. 1994. vol.32. No.7. Pp. 1350-1359) предлагается некоторая модификация представления дальнего поля на основе формулы Кирхгофа, при этом основное уравнение для описания ближнего поля осталось тем же — в потенциальном приближении. Однако в перечисленных работах вихревая часть в модели течения отсутствует, за исключением лишь одной точки — центра точечного вихря. Предполагается также, что ударные волны настолько слабы, что не способны генерировать ощутимую завихренность в течении. Но такие ограничения справедливы лишь при больших числах Маха (M) в трансзвуковом диапазоне течения в паразите полёте ("in hover"). В то же время любые манёвры вертолёта уже выходят за рамки данных ограничений модели. Для того чтобы учесть наличие завихренности в течении, а также взаимодействие течения с уединённым (не точечным) вихрём, необходимо добавить в модель течения вихревую составляющую. Для большинства задач винтовой аэроакустики вязкими эффектами течения можно пренебречь, поскольку они проявляются только в пограничном слое, который в данном классе задач очень тонкий, поэтому не принимается в рассмотрение. Таким образом, для изучения BVI-шума вполне адекватной является модель идеальной сжимаемой среды с учётом завихренности. На её основе построен ряд подходов, позволяющих решать задачи генерации шума аэродинамического происхождения. В данной работе представлено решение задачи генерации BVI-шума при близком взаимодействии лопасти ротора вертолёта и вихрей Тэйлора.

18.02-01.388 Сравнение современных гиперспектральных изображающих систем для беспилотных летательных аппаратов. Мачихин А.С., Пожар В.Э., Шурьгин А.В. *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 9-я междунар. конф. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф.* М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2016, с. 145-148. Рус.

18.02-01.389 Оптимальное аэродинамическое проектирование крыла широкофюзеляжного дальнемагистрального самолета. Пейгин С.В., Пуцин Н.А., Болсуновский А.Л., Тимченко С.В. *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика.* 2016, № 1, с. 117-129. Рус.

Приводятся результаты оптимального аэродинамического проектирования крыла широкофюзеляжного дальнемагистрального самолета на высоких трансзвуковых скоростях полета. Для решения задачи использован подход, в основе которого лежат методы высокоточного математического моделирования и глобального оптимального поиска с использованием суперкомпьютерных технологий. Было показано, что оптимальное крыло обладает малым волновым сопротивлением в основной точке проектирования и может эксплуатироваться при заданных условиях крейсерского полета, при этом оптимизация позволила сдвинуть волновой кризис в сторону больших чисел Маха и отвечает всем заданным геометрическим и аэродинамическим ограничениям.

Колебания тел и структур в потоке, аэроупругость

18.02-01.390 Пульсации скорости и давления на обтекаемой поверхности с локальным препятствием. Воскобойник А.В., Воскобойник В.А. *КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1—3 октября 2003 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 36-42. Рус.

Проведены экспериментальные исследования по изучению влияния поперечно обтекаемого углубления и кольцевого препятствия на пограничный слой над пластиной и продольно обтекаемым гибким протяженным цилиндром. Измерены средние и пульсационные скорости в ламинарном и турбулентном пограничном слое над пластиной и в полужокообразном углублении. Представлена структура вихревого течения в углублении. С ростом диаметра кольцевого препятствия интенсивность пульсаций псевдозвукового давления возрастает. Максимальное значение интенсивности наблюдается в ближнем следе препятствия. На расстояниях, превышающих 100 диаметров препятствия, пограничный слой восстанавливается.

18.02-01.391 **Взаимные корреляции и спектры пульсаций давления за локальным препятствием.** *Воскобойник А.А., Воскобойник А.В., Воскобойник В.А. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 128-133. Рус.

Представлены результаты экспериментальных исследований пристеночных пульсаций давления позади кольцевых препятствий на продольно обтекаемом протяженном цилиндре. Пространственно-временные корреляции пульсаций давления в области ближнего следа препятствия убывают быстрее, чем в ненарушенном турбулентном пограничном слое на гибком цилиндре и плоской пластине. Наклон угла фазового спектра возрастает, из-за воздействия препятствия на поле пульсаций пристеночного давления. С ростом разделения между датчиками наклон фазового угла растет, а область его линейного изменения сдвигается в низкочастотный диапазон. Препятствия тормозят давление образующие вихревые системы, особенно мелкомасштабные высокочастотные вихри. Конвективная групповая и фазовая скорости псевдозвуковых пульсаций давления уменьшаются за кольцевым препятствием на протяженном цилиндре.

18.02-01.392 **Псевдозвуковые источники гидродинамического шума на обтекаемой плоской пластине с полусферической лункой.** *Воскобойник А.В., Воскобойник В.А. КОНСОНАНС-2007. Акустический симпозиум (25–27 сентября 2007 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2007, с. 47-53. Рус.

In the report results of experimental researches on studying of a local hemispherical dimple influence, which is formed on hydraulic smooth flat plate, on sources of pseudo-sound fluctuations, structure of a turbulent boundary layer both its kinematical and spectral characteristics are resulted. The measurements which have been carried out with the help hot-wires have shown, that inside dimple a three-dimensional vortical systems of various scales which are periodically break up in a boundary layer are formed. In the spectral dependences of velocity fluctuations which are measured inside a hemispherical cavity and near it, occurrence of discrete peaks is revealed. These local rises of frequency levels correspond to rotation frequency of a large-scale vortex inside dimple and frequency of its break up outside in a boundary layer. Besides discrete peaks in spectral dependences answer to a wake mode of fluctuations and second shear mode Rossiter of self-sustained oscillations inside cavity. With distance from dimple interaction of a boundary layer and the power-intensive pseudo-sound sources of flow noise which are generated by vortical motion inside dimple, weakens and turbulent boundary a layer is restored.

18.02-01.393 **О преобразовании постоянного сверхзвукового потока в акустические колебания.** *Сокол Г.И. КОНСОНАНС-2007. Акустический симпозиум (25–27 сентября 2007 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2007, с. 205-210. Рус.

Разработаны научно-технические основы нового метода генерирования акустических колебаний на основе использования источников аэродинамического типа. В основу положено взаимодействие сверхзвукового потока, движущегося с постоянной скоростью, с жестким телом, что приводит к появлению в среде периодически следующих ударных волн. Акустические колебания возбуждаются как гармонические составляющие процесса. В рамках линейной акустики выведена аналитическая зависимость, позволяющая провести расчёт величины звукового да-

вления в дальнем акустическом поле излучателя.

18.02-01.394 **О методе нахождения шума, генерируемого турбулентной течением при сходе с края жесткой полуплоскости.** *Борисюк А.О. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября–01 октября 2009 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 103-108. Рус.

A new analytical method is developed to predict noise generated by turbulent flow near trailing edge of a rigid half-plane. In this method, the turbulent pressure fluctuations, rather than the Lighthill's sources, are chosen as the noise sources. It allows one to use for the chosen sources the information which is already available in the scientific literature, and hence, save much time required for making the corresponding numerical calculations. Also it is important that, in making such calculations, the developed method does not impose any restrictions on the minimum value of the frequency step.

18.02-01.395 **Генерация псевдозвуковых пульсаций при ламинарном обтекании овальной лунки.** *Воропаев Г.А., Воскобойник В.А., Воскобойник А.В. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября–01 октября 2009 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 337-342. Рус.

The results of experimental and numerical researches of forming of vortical flow are presented into an oval dimple, located on a flat surface, for the laminar flow regime. The optimum parameters of asymmetric oval dimple are certain from point of most heat-hydraulic efficiency and forming of steady vortical structures in its wake, namely length of cylindrical insertion is equal to the diameter of spherical segment and corner of location of dimple of 60° in relation to direction of the stream. During optimum configuration of dimple a steady large-scale coherent fusiform vortical structure is formed in it. A fusiform vortex, accomplishing oscillation, both joins in with the bottom of forage spherical part of the dimple or break up from it. At the break up a fusiform vortex takes a form of tornado-like vortex, focus of which is on a front to streamwise spherical side of the dimple, and a flow is periodically break up in a boundary layer behind forage spherical part of the dimple, forming a longitudinal coherent vortical structure. Most strongly the break up of vortical structures at $\approx 60^\circ$ is observed in middle cylindrical part of the oval dimple, that to stipulate appearance in near wake of this part of the dimple of maximal levels of shear stresses.

18.02-01.396 **Возбуждение звука при обтекании сферы.** *Вовк И.В., Милога В.С. КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1–2 октября 2013 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 65-70. Рус.

Рассматривается задача излучения звука при обтекании сферы потоком вязкой жидкости в широком диапазоне чисел Рейнольдса. Предложенный численный алгоритм решения задачи, основанный на методе конечных объемов, применим к задачам об обтекании тел произвольной геометрии. При ламинарных режимах течения применяется техника DNS, при турбулентных режимах — техника LES. Установлено, что, начиная с некоторого значения числа Рейнольдса, в потоке за сферой наблюдается периодическое образование и срыв вихрей. С использованием известного решения для сферического излучателя рассчитано звуковое поле, порождаемое течением. Представлена диаграмма направленности.

18.02-01.397 **Предельная зависимость интенсивности пульсаций пристеночного давления под турбулентным пограничным слоем на пластине.** *Воскобойник В.А. КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1–2 октября 2013 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 71-76. Рус.

The summarizing results of influence of a sensible surface diameter of the pressure fluctuation sensors and pinhole diameter above the sunken microphones on the measured intensity of the wall-pressure fluctuations are presented. The maximum values of intensity of the wall-pressure fluctuations which are measured by the point pressure fluctuation sensors are indicated. Maximum dependence of change of the wall-pressure fluctuation intensity is got on the Karman number for a turbulent flow above the smooth surface of pipe or channel and for a turbulent boundary layer with

a zero pressure gradient.

18.02-01.398 Генерация псевдозвука вихревыми структурами в поперечно обтекаемой овальной лунке. *Воскобойник В.А., Воскобойник А.А., Воскобойник А.В. КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1–2 октября 2013 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 77-82. Рус.

The research results of the pseudo sound wall-pressure fluctuation field are led inside and near-by the transversal streamlined oval dimple which is situated on a hydraulically smooth flat surface. It is set that intensity of the wall-pressure fluctuation field on a aft wall of the dimple almost on an order higher, than on a front wall of the dimple and with the velocity increase exceeding increases. Discrete constituents appear in the wall-pressure spectra. They answer characteristic frequencies of low-frequency oscillations of vortical flow inside dimple, frequencies of break-up vortical structures outside from the dimple, frequencies of rotation of circulation flow inside the dimple, generating large-scale coherent vortical structures, and frequencies, answering shear modes of a self-excited oscillations of the vortical structures of the shear layer.

18.02-01.399 Псевдозвуковые пульсации пристеночного давления в отверстии размыва грунта перед призматической опорой. *Никишов В.И., Воскобойник В.А., Воскобойник А.А., Воскобойник А.В. КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1–2 октября 2013 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 212-217. Рус.

The results of experimental researches of the field of pseudo sound wall-pressure fluctuations which is formed at the turbulent flow inside the local scour before prismatic pile are presented. Two quazy stable large-scale horseshoe vertical structures are formed inside the scour. Most intensity of the wall-pressure fluctuations is observed wherein a handing down flow along the streamlined surface of prism interacts with the erosion soil. The most spectral levels of the pseudo sound wall-pressure fluctuations in the scour hole before a prismatic model are observed near-by foundation of prism, and the least — on the bottom of overhead slope of a sand sediment in the scour hole.

18.02-01.400 Взаимные характеристики пульсаций псевдозвукового давления на поверхности продольно обтекаемого цилиндра. *Воскобойник В.А., Макаренко А.П., Смоляр В.В. КОНСОНАНС-2015. Акустический симпозиум (29–30 сентября 2015 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2015, с. 52-58. Рус.

Представлены результаты экспериментальных исследований взаимных корреляций и спектров пульсаций пристеночного давления на поверхности продольно обтекаемого гибкого цилиндра. Обнаружено, что корреляции на цилиндре ниже, чем на пластине. Крупномасштабные когерентные вихревые структуры переносятся быстрее и вырождаются медленнее, чем мелкомасштабные вихри.

18.02-01.401 Пространственное упорядочение тупых тел неравномерным потоком сверхзвукового вязкого газа. *Spatial streamlining of blunt bodies by non-uniform supersonic viscous gas flow. Borodin A.I., Pejgin S.B., Timchenko S.V. Теплофиз. высок. температур. 1992. 30, № 1, с. 116-121. Англ.*

18.02-01.402 Аналитическое построение ближнего поля трансзвукового течения около тонкого тела вращения. *Курмаева К.В., Тутов С.С. Сибирский журнал индустриальной математики. 2005. 8, № 3, с. 93-101. Рус.*

Предложено решение осесимметрической задачи нестационарного трансзвукового обтекания тонких тел вращения в виде двойного ряда по степеням расстояния до оси симметрии и его логарифма в окрестности данной точки на оси симметрии. Для коэффициентов ряда получены рекуррентные цепочки уравнений. Сходимость построенного ряда доказана методом специальных мажорант. Доказана теорема существования и единственности решения краевой задачи для нелинейного дифференциального уравнения в частных производных с особенностью на оси симметрии в рассматриваемой асимптотической модели нестационарного трансзвукового течения. Тем самым обосновано применение предложенных рядов к задачам

нестационарного трансзвукового обтекания тонких тел со сносом условий непротекания на ось симметрии, что позволяет использовать их в гибридных численноаналитических методиках, в том числе в модельных расчетах.

18.02-01.403 Корректность линеаризованной задачи о сверхзвуковом обтекании клина в случае произвольных возмущений. *Блохин А.М., Ануфриев И.А. Сибирский журнал индустриальной математики. 2010. 13, № 1, с. 3-17. Рус.*

Методом диссипативных интегралов энергии изучается корректность смешанной задачи об обтекании клина в линейной постановке.

18.02-01.404 Стационарное решение задачи о движении шара в стоксовом течении Пуазейля. *Старовойтов В.Н. Сибирский журнал индустриальной математики. 2015. 18, № 3, с. 76-85. Рус.*

Доказано существование стационарных решений задачи о движении твердого шара в цилиндрической трубе, заполненной вязкой несжимаемой жидкостью. Форма поперечного сечения трубы произвольна, течение жидкости описывается уравнениями Стокса. На бесконечности профиль скорости стремится к профилю течения Пуазейля. Показано, что стационарное решение возможно при любом положении шара в трубе. Шар совершает прямолинейное движение вдоль образующих цилиндра, при этом его линейная и угловая скорости зависят от положения его центра в сечении цилиндра.

18.02-01.405 Срыв вихрей с плоской пластины. *Обзор. Теймурян А., Хачисевски Х., Яздья С.Г. Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2018, № 2, с. 40-49. Рус.*

Плоские пластины, как одиночные так и расположенные тандемом или бок о бок, широко используются во многих технических приложениях. Несмотря на обширные исследования структур течения и следов за подобными тупыми телами, данное нестационарное явление по-прежнему представляет собой важную проблему во многих промышленных приложениях. В данной работе приведен обзор состояния вопроса по обтеканию пластин различной конфигурации с упором на случай пластины, нормальной к набегающему потоку. Турбулентное течение в следе рассмотрено для пластин, расположенных тандемом и бок о бок. Приведен обзор численных исследований, причем особое внимание уделено реализованным моделям турбулентности. Отмечается влияние выбранной модели турбулентности на характеристики рассчитанного течения в следе.

18.02-01.406 Нелинейная неустойчивость в области перехода от ламинарного к турбулентному движению газа при сверхзвуковом пространственном обтекании пластины. *Липатов И.И., Тугазаков Р.Я. Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2018, № 2, с. 113-119. Рус.*

Прямым численным моделированием сверхзвукового потока газа получен переход от ламинарного обтекания пластины к турбулентному. Показано, что образующиеся в пограничном слое волны Толлмина—Шлихтинга приводят из-за нелинейной неустойчивости к образованию в потоке наклонных возмущений, представляющих собой объединение волн сжатия и разрежения, интенсивности которых могут на два порядка превосходить интенсивность внешних гармонических возмущений. Представлены картины течения пространственного обтекания пластины, описаны структуры турбулентного пограничного слоя для потоков газа, обтекающих пластину с $M=2$ и 4.

18.02-01.407 Оптимальные осесимметричные головные части обтекаемых тел: расчеты и эксперимент. *Большаинов И.П., Захаров Н.Н., Пьянков К.С., Тилляева Н.И. Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2018, № 2, с. 120-127. Рус.*

Обсуждаются особенности прямых методов оптимального профилирования осесимметричных головных частей при сверхзвуковом обтекании. Оптимальная по волновому сопротивлению форма головной части тела вращения при сверхзвуковом обтекании содержит передний торец и примыкающий к нему с изломом пологий участок заданного удлинения (отношения длины к радиусу основания), также с изломом стыкующийся с основной, базовой частью тела. Указанный пологий участок

в зависимости от длины может иметь и дополнительные внутренние изломы. Наличие изломов в профилируемой конфигурации часто является нежелательным из-за прочностных, тепловых или других ограничений. Поэтому при решении задач оптимального профилирования прямыми методами, как правило, используется аналитическая аппроксимация искомого контура, что приводит к увеличению сопротивления оптимизируемой конфигурации. Исследуется степень увеличения сопротивления головной части тела вращения при локальном сглаживании изломов оптимальной конфигурации, а также при глобальном изменении её формы с использованием аналитической аппроксимации. Показано, что рост сопротивления головной части тела вращения из-за её неэффективной аппроксимации может многократно превысить выигрыш от оптимизации. Результаты расчетов подтверждаются сравнением с полученными экспериментальными данными.

18.02-01.408 Прямое численное моделирование сверхзвукового течения в донной области кругового цилиндра. *Литанов А.М., Карсканов С.А., Карпов А.И.* *Прикладная механика и техническая физика.* 2018. 59, № 1, с. 19-27. Рус.

Рассматривается сверхзвуковое течение в ближнем следе за цилиндром. С использованием прямого численного моделирования, основанного на алгоритмах высокого порядка аппроксимации, получены и анализируются распределения давления в

донной области за круговым цилиндром при различных значениях числа Маха M_∞ . При $M_\infty = 2,46$ полученные результаты сравниваются с известными экспериментальными и расчетными данными. Также при различных значениях числа Маха рассчитывается генерация кинетической энергии турбулентности. DOI: 10.15372/PMTF20180103.

18.02-01.409 Критерий подобия сверхзвукового обтекания цилиндра с передней высокопористой ячеистой вставкой. *Миронов С.Г., Поплавская Т.В., Кирилловский С.В., Маслов А.А.* *Письма в Журнал технической физики.* 2018. 44, № 6, с. 3-10. Рус.

Приведены результаты экспериментального и численного исследования влияния отношения диаметра цилиндра с передней газопроницаемой пористой вставкой из вспененного никеля к диаметру пор вставки на аэродинамическое сопротивление модели в сверхзвуковом потоке ($M_{\text{бесконечность}} = 4,85, 7$ и 21). Получена аналитическая зависимость нормированного коэффициента аэродинамического сопротивления от параметра, в который входит отношение диаметра цилиндра к диаметру пор вставки и число Маха. Данный параметр предложен в качестве критерия подобия в задаче сверхзвукового обтекания цилиндра с передней высокопористой ячеистой вставкой. DOI: 10.21883/PJTF.2018.06.45761.17087.

См. также **18.02-01.215**

Акустика структурно неоднородных сред; Геологическая акустика

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

18.02-01.410 Акустическое воздействие на стадии подготовки геологических образцов, содержащих золото и сербро. *Смитюк Н.М.* *КОНСОНАНС-2015. Акустический симпозиум (29–30 сентября 2015 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2015, с. 182-187. Рус.

Исследование геологических сред с использованием сейсмического шума

18.02-01.411 Технологии сейсмоакустического и электромагнитного мониторинга грунтов для разведки и контроля добычи углеводородов: арктический шельф, трудноизвлекаемые запасы, рассредоточенные месторождения. *Бункин Ф.В., Белов А.И., Волженинская Л.Б., Гулевич О.А., Драченко В.Н., Жорников А.К., Кузнецов Г.Н., Ляхов Г.А., Петников В.Г., Резников А.Е., Синильщиков И.В.* *Труды ИОФАН.* 2017. 73, с. 3-50. Рус.

Разработаны, изготовлены и испытаны в натуральных условиях аппаратные комплексы для сейсмоакустического и электромагнитного зондирования подповерхностных грунтов на шельфе морских акваторий и прибрежных территориях. Для инфраструктуры удаленных территорий, на которых рассредоточены разведываемые и осваиваемые месторождения нефти и газа, сконструированы и подготовлены к промышленному тиражированию элементы сетевой системы когнитивного радио и гидроакустические станции системы безопасности производственных объектов, развернутых в прибрежной зоне.

Обратные задачи сейсмоакустики

18.02-01.412 Изучение кинематики и динамики сейсмоволн, генерируемых буром с целью визуализации около скважинного пространства в процессе бурения нефтегазовых скважин. *Андрущенко В.О., Курганский В.М., Тишаев Г.В., Бугрий В.Г.* *КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября–01 октября 2009 г.)*

Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 44-47. Рус.

18.02-01.413 Анализ современных возможностей и перспектив технологии сейсмоакустической идентификации нарушителя периметра охраняемого объекта. *Андрущенко В.О., Сиротенко П.Т., Бугрий В.Г.* *КОНСОНАНС-2015. Акустический симпозиум (29–30 сентября 2015 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2015, с. 6-12. Рус.

18.02-01.414 Методы исследования и информационно-аналитическое обеспечение сейсмоакустического мониторинга крупных подземных помещений. *Давлатшоев С.К.* *Вестн. Казан. технол. ун-та.* 2018. 21, № 1, с. 119-126. Рус.

Подземные сооружения представляют собой весьма сложные и ответственные объекты, безопасность и эффективность функционирования которых должна обеспечиваться в ходе строительства, и в течение длительных периодов эксплуатации. Крупные подземные выработки гидроэнергетических объектов, создаваемые в сложных инженерно-геологических и сейсмических условиях, значительно отличаются от промышленных подземных объектов другого назначения своей конструкцией, условиями возведения, эксплуатации и режимом работы, что делает чрезвычайно актуальной задачу организации сейсмоакустического мониторинга в целях обеспечения их безопасной и надежной эксплуатации и прогнозирования состояния подземного контура. Решение этой задачи требует совершенствования методов и техники натуральных наблюдений за работой подземных сооружений в процессе строительства и эксплуатации. Сформулированы основные принципы организации сейсмоакустического мониторинга состояния скального массива, вмещающего сооружения подземного комплекса. Предложена система сейсмоакустического мониторинга комплекса подземных сооружений на примере подземного контура строящейся Рогунской ГЭС. В работе приведена техника натурального наблюдения сейсмоакустическими методами: сейсмическое прослушивание и профилирование, сейсмический картаж скважин, акустико-эмиссионный метод по бетону и скважинам, метод динамического отклика для оценки качества контакта бетон–скала, ультразвуковой картаж скважин, ультразвуковые исследования образцов горных пород и бетонных конструкций. Определены эффективные качественные и количественные параметры позволяющие оценивать степень измене-

ния физических параметров во внутренних частях массивов горных пород в условиях естественного залегания под воздействием естественных и техногенных факторов, оценивать предельные уровни деформаций и находить индикаторы критического состояния геологической среды на проблемных участках. А также в статье рассматривается развития информационно-аналитической системы обеспечения мониторинга состояния природно-технической среды направленное на создание системы обработки данных, информационно-поисковые системы и автоматизированные системы управления. Приведены основные принципы информационного обеспечения информационно-аналитической системы.

Акустика землетрясений, вулканических извержений, иных катастрофических природных явлений

18.02-01.415 Численное решение задачи линейной сейсмической томографии на проходящих волнах: случай неполных данных. *Кабанник А.В., Орлов Ю.А., Чеверда В.А. Сибирский журнал индустриальной математики.* 2004. 7, № 2, с. 54-67. Рус.

Изучаются основные свойства линейного томографического оператора, возникающего в задаче межскважинного просвечивания. Доказывается его ограниченность и компактность в предположении регулярности поля лучей. Выполнен численный анализ сингулярного спектра оператора. Предложен и обоснован численный метод его обращения, основанный на применении итеративного регуляризирующего алгоритма. Приведены результаты обращения данных о временах пробега, полученных в результате выполнения лабораторного физического моделирования для двух типичных моделей.

См. также **18.02-01.322, 18.02-01.414**

Акустическое и вибрационное воздействие на нефте- и газоносные структуры

18.02-01.416 Резонансная обработка горизонтальных разветвленных скважин гидроимпульсным воздействием. *Яковлев В.В., Ткаченко В.А., Бондарь В.В., Никитин В.А., Вербя Ю.В., Зодольник Г.П. Акустический вестник (Акустичний вісник, укр.)* 2015. 17, № 3, с. 32-42. Рус.

Рассмотрена задача об импульсно-волновом воздействии на разветвленную скважину, вызванном открытием/закрытием задвижки на ее устье. Показано, что в разветвленных скважинах существуют резонансные частоты, при которых величина давления может на несколько порядков превышать амплитуду исходного импульса. В соответствии с рассчитанным резонансным режимом проведена обработка нескольких нагнетательных разветвленных скважин на месторождениях Омана с помощью запатентованного гидроимпульсного устройства. Показано, что после обработки приемистость нагнетательных

скважин существенно увеличилась.

Акустика в космологии и астрофизике

18.02-01.417 Динамические эффекты возмущенного движения полюса деформируемой Земли. *Перепёлкин В.В., Почукаев В.Н., Скоробогатьх И.В. Космонавтика и ракетостроение.* 2018, № 1, с. 135-142. Рус.

18.02-01.418 Уточнённая модель долгосрочного прогноза движения земного полюса. *Перепёлкин В.В., Филиппова А.С., Сое В.Я. Космонавтика и ракетостроение.* 2018, № 1, с. 143-149. Рус.

18.02-01.419 Амплитудно-частотный анализ возмущенного чандлеровского колебания полюса Земли. *Ананенкова А.А., Крылов С.С., Филиппова А.С. Космонавтика и ракетостроение.* 2018, № 1, с. 150-155. Рус.

Рассматривается построенная на основе методов небесной механики модель вращения деформируемой Земли относительно центра масс в рамках пространственной постановки задачи о движении системы Земля–Луна в поле притяжения Солнца. Представляются результаты амплитудно-частотного анализа возмущенных чандлеровских колебаний земного полюса, обусловленных прецессионным движением лунной орбиты. С помощью численно-аналитического подхода исследуются возможности идентификации параметров чандлеровского колебания и приближения разработанной теоретической модели к реальным траекторным измерениям полюса Земли.

18.02-01.420 Исследования прецессионных движений спутника, несущего гиросат и вязкоупругие стержни. *Скоробогатьх И.В., Аумг М.З. Космонавтика и ракетостроение.* 2018, № 1, с. 156-162. Рус.

Рассматривается эволюция вращательного движения относительно центра масс спутника, состоящего из осесимметричного твёрдого корпуса с находящимся внутри гиросатом и прикрепленными снаружи к корпусу деформируемыми стержнями, в недеформированном состоянии имеющими прямолинейную форму. Представляются уравнения, описывающие квазистационарные деформации стержней и вращение системы как целого. Определяются стационарные движения и исследуются их устойчивость.

18.02-01.421 Приливные эффекты в некоторых регулярных черных дырах. *Шариф М., Садиқ С. Ж. эксперим. и теор. физ.* 2018. 153, № 2, с. 232-239. Рус.

Исследуются приливные силы, порождаемые некоторым классом регулярных черных дыр. Рассмотрено падение пробной частицы в радиальном направлении и получены радиальные и угловые компоненты приливных сил путем решения уравнений для расхождения геодезических. Вектор расхождения геодезических вычислений путем численного решения уравнения для расхождения геодезических. Оказалось, что в результате действия приливных сил частица претерпевает сжатие или растяжение в радиальном или угловом направлениях.

Акустическая экология; Шумы и вибрации

Шумы и вибрации в воздушной среде

18.02-01.422 Моделирование акустических полей ветродвигателей и пульсирующих воздушно-реактивных двигателей. *Кириченко С.Ю., Сокол Г.И. КОНСОНАНС-2015. Акустический симпозиум (29–30 сентября 2015 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2015, с. 97-103. Рус.

Актуальной проблемой современного двигателестроения в авиационной и ракетной техниках является исследование шума. Как и при работе ВЭУ, шум пульсирующих двигателей характеризуется величиной звукового давления и частотным диапазоном отдельных гармоник. При анализе шума необхо-

димо выяснить взаимосвязь характеристик процессов горения, смещения, истечения, конструктивных параметров двигателей и шума в окружающей среде. Целью настоящей работы является моделирование звуковых полей пульсирующих двигателей и разработка методик, позволяющих рассчитать характеристики инфразвуковых акустических полей, которые генерируются ротором ветроэлектрической установки. Рассмотрены физические основы генерирования акустических полей при работе ветроэнергетических установок и пульсирующих воздушно-реактивных двигателей. Получены аналитические выражения, позволяющие проанализировать характеристики полей. Разработаны методики расчета для определения частот, звуковых давлений и характеристик направленности, представлен аналитический анализ связи характеристик внутрикамерного про-

цесса и акустического поля двигательных установок.

18.02-01.423 О параметрическом исследовании шума вихревых колец. *Копьев В.Ф., Храмцов И.В., Черенкова Е.С. Аэрокосмическая техника, высокие технологии и инновации. 2017, № 1, с. 111-114. Рус.*

Проведены исследования движения и шума в дальнем поле вихревых колец различных размеров. Получены скорости движения, траектории и усредненные спектры излучения шума в различные моменты времени. Приведение основной частоты излучения к безразмерному виду для вихревых колец различного диаметра и скоростей позволяет говорить об одинаковом механизме излучения шума разными вихрями.

18.02-01.424 Сравнение алгоритмов бимформинга на примере идентификации источников шума в турбулентной воздушной струе. *Пальчиковский В.В., Ершов В.В. Аэрокосмическая техника, высокие технологии и инновации. 2017, № 1, с. 184-188. Рус.*

Описаны математические основы алгоритмов бимформинга для идентификации источников шума. Разработано программное обеспечение, в работе которого задействованы алгоритмы Delay-and-Sum Beamforming, Cross-spectral Beamforming и DAMAS. Проведен эксперимент по локализации источников шума в турбулентной воздушной струе с помощью микрофоновой антенны Briel&Kjaer в заглушенной камере. Выполнено сравнение результатов работы программного обеспечения с экспериментальными данными.

См. также **18.02-01.394**

Подводные шумы и вибрации

См. **18.02-01.309, 18.02-01.349, 18.02-01.392**

Биологические эффекты шумов и вибраций

18.02-01.425 Виброзащита оператора транспортных средств. *Бажиров Ж.Б., Татжеева Г.Г., Ахмедиев С.К. Научный вестник Новосибирского гос. техн. ун-та (НГТУ). 2014, № 2, с. 7-18. Рус.*

Работа посвящена снижению интенсивности вибрации рабочего места оператора горно-транспортных машин. Специфика нагруженности этих машин состоит в том, что вертикальная и горизонтальная составляющие вибрации имеют примерно одинаковые уровни. С целью комплексного решения проблемы защиты оператора от вредного влияния общей вибрации обоснована и предложена двухмассовая динамическая модель виброзащитной системы, позволяющая исследовать как вертикальные, так и горизонтальные вибрации рабочего места. При произвольных кинематических воздействиях решение системы уравнений движения получено операторным методом. Эффективность системы виброзащиты оценивается коэффициентом передачи вибрации от источника к рабочему месту оператора. Для нагружения прямоугольным силовым импульсом получено выражение для коэффициента передачи виброскорости. Полученное решение позволяет проанализировать изменение этого параметра во времени и при действии повторных периодических импульсов. Для гармонического воздействия получены выражения для коэффициентов передач абсолютного и относительного перемещения. Составлены программы расчетов для указанных частных случаев. Приведены результаты численных расчетов и проанализировано влияние различных факторов на эффективность системы виброзащиты. Полученные результаты позволяют выбрать параметры виброзащитной системы, исходя из норм вибробезопасности рабочего места оператора.

Воздействие шумов и вибраций на сооружения и технику

См. **18.02-01.425**

Структурная акустика и вибрации

18.02-01.426 Эффекты от устоявшейся нагрузки

упругого биматериального тела с трещинами. *Мигаськів В.В., Степанюк О.І., Жбадинський І.Я. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 136-141. Рус.*

18.02-01.427 К исследованию установившихся вынужденных колебаний прямоугольной призмы. *Папков С.О., Чехов В.Н. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 184-189. Рус.*

Предлагается новый достаточный признак существования ограниченного решения для бесконечных систем линейных алгебраических уравнений, который позволяет с требуемой точностью локализовать резонансные частоты при установившихся вынужденных колебаниях упругой прямоугольной призмы. Строится зависимость первых трех собственных значений от отношения сторон призмы для двух типов симметрии нагрузки: симметричного и антисимметричного по координатным осям.

18.02-01.428 Спектральный и модовый анализ планарных колебаний прямоугольных пластин конечных размеров. *Андрущенко В.А., Бондаренко А.А., Никутенко В.Н., Мелешко В.В., Huang С.-L., Ma С.-С. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 14-19. Рус.*

Рассматривается задача определения спектра собственных частот и форм колебаний тонкой прямоугольной пьезокерамической пластины. Описывается экспериментальная методика определения резонансных частот и форм колебаний. На основе аналитического решения задачи методом суперпозиции построен спектр собственных частот продольных планарных колебаний. Рассчитанный спектр сопоставляется с данными экспериментов и расчетами по методу конечных элементов.

18.02-01.429 Колебания П-образного маятника. *Вовченко О.М., Нікітченко А.В., Мелешко В.В. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 116-121. Рус.*

18.02-01.430 Динамика осесимметричных затопленных струйных оболочек. *Дудзгинский Ю.М. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 177-184. Рус.*

The forced vibrations of elastic underwater jet's membrane as the model of unflow and counter flow axially symmetric hydrodynamic radiators are considered. The dependence of amplitude of the forced vibrations on frequency as a function of geometrical and hydrodynamic parameters of jet membrane is calculated. Influence of liquid properties and geometrical parameters on peak frequency description and quality-factor is analyzed. The numerical work is compared with experimental results. По результатам выполненных исследований могут быть сделаны следующие выводы. 1. Рассмотрены уточненные модели осесимметричных гидродинамических излучателей прямооточного и противоточного типа. 2. Представлена и решена задача вынужденных колебаний затопленной осесимметричной цилиндрической струйной оболочки при разных граничных условиях — применительно к данным моделям. 3. Показано соответствие между функциями амплитуды изгибных колебаний незаземленного края оболочки и АЧХ реальных излучателей. Это позволяет оценивать на стадии проектирования характеристики ГДИ разных типов по их геометрическим и гидродинамическим параметрам, свойствам рабочей жидкости и условиям в ней вдали от струйной оболочки. 4. Проанализировано влияние геометрических параметров затопленной струйной оболочки на добротность рассмотренной динамической системы. Показано, что для обоих типов гидродинамических излучателей добротность уменьшается с возрастанием среднего радиуса и увеличивается с возрастанием толщины оболочки. 5. Проанализировано влияние свойств рабочей жидкости на добротность гидродинамических излучателей. При этом использование рабочей жидкости с большей плотностью понижает резонансную частоту и уменьшает добротность осесимметричных ГДИ более существенно, чем повы-

шение этих характеристик за счёт большего модуля объёмной упругости жидкости. 6. Получено не только качественное, но и количественное соотношение между теоретическими и экспериментальными результатами.

18.02-01.431 Расчет акустических концентраторов с учетом внутренних потерь. *Абакумов В.Г., Трапезон К.А. КОНСОНАНС-2007. Акустический симпозиум (25–27 сентября 2007 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2007, с. 7-13. Рус.

The algorithm of calculation of basic descriptions of component ultrasonic thickeners is developed taking into account the antivibration features of both material and construction on the whole. Basic integral indexes are expected for the estimation of efficiency of thickener on the criterion of dispersion of energy. Correlations, allowing to formulate and decide the applied task upon settlement and planning of component thickeners both in the case of neglect of factor of internal dissipation of mechanical energy in material of thickener and at the account of the last, are resulted.

18.02-01.432 К динамике сложной роторной конструкции на базе двухслойной анизотропной цилиндрической оболочки. *Улитко А.Ф., Фуцзян Ян. КОНСОНАНС-2007. Акустический симпозиум (25–27 сентября 2007 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2007, с. 224-229. Рус.

Проанализированы простейшие случаи колебаний двухслойной оболочки ротора центрифуги, найдены соответствующие низшие резонансные частоты, которые могут оказаться близкими к угловой скорости вращения. Изучена радиальная деформация кольцевых пластин переменной толщины (элементы ротора) и проведен сравнительный анализ взаимного деформирования элементов конструкции во время вращения с заданной угловой скоростью.

18.02-01.433 Математическое моделирование динамических возмущений в жидкости в системе полубесконечная цилиндрическая оболочка с жидкостью при осевом импульсном нагружении. *Коваленко А.П. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября–01 октября 2009 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 207-212. Рус.

На основании разработанного автором аналитико-численного подхода к исследованию гидродинамических систем цилиндрическая оболочка—жидкость исследуются динамические возмущения в жидкости в системе полубесконечная цилиндрическая оболочка—жидкость при осевом импульсном нагружении. В пространстве изображений по методу итераций получено аналитическое решение для второго приближения потенциала скоростей жидкости. Проведены численные расчеты и показано распределение поля давлений, радиальной и продольной скорости в жидкости в области охваченной возмущениями в конкретный момент времени. Полученные результаты позволяют проанализировать влияние возмущений на стенке оболочки на поле возмущений в жидкости.

18.02-01.434 Свободные колебания жидкости в цилиндрическом сосуде с упругими основаниями. *Кононов Ю.Н., Дидок Н.К. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября–01 октября 2009 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 213-217. Рус.

18.02-01.435 Распространение волн в периодической системе связанных стержней с поперечными перегородками и акустическим заполнением. *Олійник В.Н. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября–01 октября 2009 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 261-266. Рус.

18.02-01.436 Собственные формы колебаний прямоугольной призмы в случае первой основной граничной задачи. *Патков С.О. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября–01 октября 2009 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 267-272. Рус.

На основе метода суперпозиции решение первой основной граничной задачи для прямоугольной призмы в случае вынужденных колебаний сводится к квазирегулярной бесконечной системе. На собственных частотах получено нетривиальное решение

однородной бесконечной системы, которое дает возможность построить собственные формы колебаний. Приводятся примеры численной реализации алгоритма.

18.02-01.437 Применение метода симметрий для проектирования ультразвуковых концентраторов. *Трапезон К.А., Абакумов В.Г. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября–01 октября 2009 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 324-329. Рус.

18.02-01.438 Взаимные корреляционные и спектральные характеристики пульсаций скорости и давления в полусферическом углублении. *Воскобойник В.А., Воскобойник А.А., Воскобойник А.В. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября–01 октября 2009 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 343-348. Рус.

The results of experimental researches of forming of vortical flow are presented into a hemispherical cavity, located on a flat surface, for the laminar and turbulent flow regimes. The hot-wire measurements of mean value and fluctuations of streamwise and crosswise velocity profiles show the existence of regions of acceleration and deceleration of the vortex flow, zones of the reverse and circulating flows inside the three-dimensional cavity. Three-dimensional unsteady vortex flow is formed inside dimple, which is pseudosound source of the hydrodynamic noise. The discrete high-quality peaks in four frequency ranges are found in the spectra of velocity and wall-pressure fluctuations. They correspond to rotating frequency of vortex systems inside the cavity; their separation frequency; wake mode frequency of oscillations of cavity vortical motion, caused by a hydrodynamic resonance, and self-oscillation frequency inside the cavity, that forms the first and second Rossiter shear layer mode of self-sustained oscillations. Space-time correlations of velocity and wall-pressure fluctuations are presented inside hemispherical cavity and about it.

18.02-01.439 Влияние наклонного овального углубления на пространственно-временные характеристики пульсаций скорости и давления. *Воскобойник В.А., Воскобойник О.А., Воскобойник А.В., Романенко П.Ю., Степанович В.М. КОНСОНАНС-2015. Акустический симпозиум (29–30 сентября 2015 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2015, с. 45-51. Рус.

18.02-01.440 Конструктивные особенности акустических резонаторов гибридных волновых твердотельных и микромеханических гироскопов. *Улитко И.А., Андрущенко Т.В., Бугрий В.Г. КОНСОНАНС-2015. Акустический симпозиум (29–30 сентября 2015 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2015, с. 200-205. Рус.

Для последнего десятилетия характерно бурное развитие научно-технических направлений, связанных с созданием инерциальных приборов контроля параметров движения. Современные тенденции в развитии гироскопических приборов и систем условно можно разделить на два направления. Первое направление предусматривает дальнейшее совершенствование технологий производства традиционных электромеханических приборов и методов обработки полученной информации, второе — ориентировано на минимизацию чувствительных элементов путем применения микро-, нанотехнологий и построения датчиков с использованием новых физических эффектов. На задаче создания новых и усовершенствовании существующих типов гироскопических датчиков акцентируются значительные усилия разработчиков, так как их метрологические характеристики в итоге определяют качество и возможности создаваемых приборов. Рассматриваются вопросы особенностей и отличий разных конструктивных типов современных датчиков угловых скоростей — волнового твердотельного и микромеханических гироскопов. Проанализированы требования к характеристикам гироскопических датчиков в разных отраслях науки и производства. Приведены примеры практической производственной реализации названных приборов зарубежными и отечественными производителями. Подано авторскую точку зрения на проблему дальнейшего развития гироскопической аппаратуры, предложено концепцию создания пластинчатого гироскопа.

18.02-01.441 Звуковые возможности контрабаса: история и современность. *Туганов В.Г. Вестн. Челяб. гос.*

ун-та. 2011, № 3, с. 156-161. Рус.

Статья посвящена изучению современных звуковых возможностей контрабаса. Впервые в музыкальной науке автором выявляются исторические, эстетические и акустические причины усиления роли тембра в развитии контрабасового искусства. Рассматриваются оригинальные приемы и методы звукоизвлечения. Раскрываются звуковые особенности контрабасовых ансамблей и оркестров. Экспериментальная направленность творчества современных контрабасистов и композиторов связывается с поиском новых тембробразов и художественных смыслов.

18.02-01.442 Эффект инертности упругих волн в упругих системах с осевой симметрией. *Журавлёв В.Ф. Известия РАН. Механика твердого тела.* 2018, № 1, с. 83-88. Рус.

Показано, что стоячая волна, возбужденная в упругом круговом кольце ведёт себя наподобие материального тела: если к кольцу приложить момент внешних сил направленный по оси симметрии кольца, то в ускоренное вращение придет не только само кольцо, но и возбужденная в нём первоначально стоячая волна. В таком движении эта "стоячая волна" не изменяет своей формы и ускоренно прецессирует относительно кольца. При этом ускорение волны относительно кольца составляет определенную долю от ускорения кольца относительно инерциального пространства. Вычислен момент количества движения прецессирующей и бегущей волн.

18.02-01.443 Экспериментальное исследование модальных характеристик космического аппарата бесконтактным способом. *Петряхин Д.А., Сафин А.И., Иголкин А.А. Аэрокосмическая техника, высокие технологии и инновации.* 2017, № 1, с. 205-208. Рус.

Проведен экспериментальный модальный анализ малого космического аппарата «Аист-2Д» бесконтактным способом. Космический аппарат был закреплен на системе обезвешивания и установлен на электродинамический вибростол. Экспериментальное исследование проводилось с использованием трехкомпонентного лазерного виброметра. После эксперимента была построена амплитудно-частотная характеристика объекта, установлены значения собственных частот и отображены формы колебаний на этих частотах.

18.02-01.444 Об устойчивости стационарного решения уравнений мелкой воды на вращающейся притягивающей сфере. *Мамонтов Е.В. Сибирский журнал индустриальной математики.* 2011, 14, № 4, с. 44-49. Рус.

Обсуждается вопрос об устойчивости постоянного решения уравнений теории мелкой воды на вращающейся притягивающей сфере. Задача сводится к нахождению собственных значений в сингулярной краевой задаче для системы из четырех обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка. Показано, что собственные значения — чисто мнимые, т. е. изучаемое решение устойчиво относительно малых возмущений произвольного вида.

18.02-01.445 Решение краевой задачи об установившихся колебаниях однородной анизотропной прямоугольной области. *Лупаренко Е.В. Актуальные направления научных исследований 21 века: теория и практика.* 2017, 5, № 10, с. 338-341. Рус.

Предлагается развитие метода решения задач об установившихся колебаниях однородных упругих анизотропных областей прямоугольной формы, учитывающего поведение характеристик волнового поля в угловых точках области.

18.02-01.446 Численное исследование влияния жидкого наполнителя на свободные колебания тела, имеющего одну степень свободы. *Боталов А.Ю., Родионов С.П. Вестн. Том. гос. ун-та. Математика и механика.* 2018, № 1, с. 75-85. Рус.

Рассматриваются свободные колебания твердого тела с одной степенью свободы, имеющего полость прямоугольной формы, частично заполненную вязкой жидкостью. В полости располагаются вставки в виде горизонтальных и вертикальных непроницаемых перегородок, и вертикальных решеток. Исследуется влияние движения жидкости в полости на скорость диссипации энергии колебаний твердого тела при различных положениях

вставок.

18.02-01.447 Алгоритм определения собственных частот и форм колебаний погруженных в воду рабочих колес гидротурбин на основе информации о параметрах собственных колебаний рабочего колеса в воздухе. *Салиенко А.Е. Морские интеллектуальные технологии.* 2017, 3, № 3, с. 60-64. Рус.

Представлены основные стадии алгоритмов расчета собственных частот и форм колебаний рабочих колес гидротурбин в воде на основе информации о собственных колебаниях рабочего колеса в воздухе. Для вычисления матрицы присоединенных масс используется совместный метод конечных и граничных элементов. Для уменьшения требований к вычислительным ресурсам решение проблемы в воде представлено как сумма вкладов колебаний рабочего колеса в воздухе («сухие моды»). В случае значительного различия координат узлов сетки в воде (более разряженная структура) для вычисления перемещений в узлах «смоченной» поверхности используются взвешенные значения перемещений из нескольких узлов сеточного разбиения «сухой» конструкции. Такой подход позволяет уменьшить размерность «жидких» матриц. Использование разработанных методов аппроксимации «сухих» форм колебаний позволяет реализовать многосеточный алгоритм, который уменьшает требования к вычислительным ресурсам и сокращает время обращения «жидких матриц», которое выполняется для вычисления матрицы присоединенных масс.

18.02-01.448 Снижение виброперегрузок, возбуждаемых вращающимися валами в переходных режимах. *Гордеев Б.А., Ожухов С.Н., Осмежин А.Н., Шохин А.Е. Вестник машиностроения.* 2018, № 2, с. 9-15. Рус.

Рассмотрен подход к расчету моментной неуравновешенности вращающихся валов в переходных режимах дизельных установок электростанций автономных объектов. Приведена оценка максимальных деформаций сдвига вращающегося вала ротора тягового генератора на базе метода конечных элементов.

18.02-01.449 Анализ колебаний в мехатронной системе дискретного прокатного стана. *Малафеев С.И., Малафеева А.А., Коняшин В.И. Вестник машиностроения.* 2018, № 2, с. 20-25. Рус.

Приведены результаты анализа модели мехатронной системы прокатного стана ДУО-300. Исследовано влияние линейной скорости валков на распределение сил трения по очагу деформации. Установлен вид нелинейной зависимости между нагрузкой и частотой вращения валков. Определены условия возникновения автоколебаний при прокатке. Рассмотрены способы демпфирования автоколебаний.

18.02-01.450 Влияние модификации конструкции двухкаскадного амортизирующего крепления на виброактивность центробежных судовых электровентиляторов. *Поздеев Л.В., Михайлов А.Г., Тимошенко В.А. Известия Томского политехнического университета.* 2011, 319, № 2, с. 26-29. Рус.

Показана эффективность модификации конструкции двухкаскадного амортизирующего крепления центробежного вентилятора для снижения уровней вибрации. С использованием пакета программ модального анализа ME'scoreVES получена конечно-элементная модель промежуточной рамы, адекватность которой подтверждена экспериментально. Предложена усовершенствованная конструкция промежуточной рамы.

См. также 18.02-01.65, 18.02-01.68, 18.02-01.102, 18.02-01.103, 18.02-01.111, 18.02-01.157, 18.02-01.196, 18.02-01.273, 18.02-01.372, 18.02-01.422

Поглотители слабых и интенсивных акустических волн

18.02-01.451 Один из идеальных поглощающих материалов в архитектурной акустике: микроперфорированные поглотители панелей. One of ideal absorbing materials in architectural acoustics: micro-perforated panel absorbers. *Liu Ke, Tian Jing, Li Xiaodong, Jiao Fenglei.*

КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 197-202. Англ.

Micro-Perforated panel absorbers (MPA) can be used to reduce or better the noise in architecture. This absorber was developed in 1960s, when a robust sound absorber was needed for severe environments, without porous materials. It has a simple structure and the absorption properties can be exactly calculated. The panel can be made of any materials from cardboard, plastic, plywood to sheet metal, for different purpose. The approximate theory of MPA was first given by Prof. MAA Dah-you in 1975, and then the exact theory was also proposed by him in 1997. MPA has been developed rapidly and used in many fields in recent years. Now the theoretical and experimental investigations on the performance of the MPA are still under progress. Theoretical and experimental investigations on MPA are reviewed in this paper. By reviewing recent research work, this paper reveals a relationship between the maximum absorption coefficient and the limit of the absorption frequency bandwidth. It has been demonstrated that the absorption frequency bandwidth can be extended up to 3 or 4 octaves as the diameters of the micro-holes decrease. This has become possible with the development of the technologies for manufacturing MPA, such as laser drilling, powder metallurgy, welded meshing and electro-etching to form micrometer order holes. In this paper, absorption characteristics of such absorbers in random fields are presented and discussed both theoretically and experimentally. This review shows that the MPA has potentials to be one of ideal absorbing materials in architectural acoustics in the 21st century.

18.02-01.452 Сравнительные исследования определения акустических характеристик образцов ЗПК в интерферометрах с разным диаметром поперечного сечения канала. *Пальчиковский В.В., Кустов О.Ю., Черпанов И.Е., Храмцов И.В. Аэрокосмическая техника, высокие технологии и инновации.* 2017, № 1, с. 188-193. Рус.

Проведены измерения образцов однослойной звукопоглощающей конструкции (ЗПК) на интерферометрах с нормальным падением волн при диаметрах канала 30 и 50 мм. Сравниваются акустические характеристики образцов ЗПК, полученные при обработке результатов измерений двухмикрофонным методом передаточной функции и четырехмикрофонным методом модальной декомпозиции в частотных диапазонах 500–3200 и 500–6400 Гц.

18.02-01.453 Расчетно-экспериментальное исследование влияния технологических дефектов на акустическую эффективность звукопоглощающих конструкций. *Писарев П.В., Аношкин А.Н., Шустова Е.Н., Максимова К.А. Аэрокосмическая техника, высокие технологии и инновации.* 2017, № 1, с. 208-211. Рус.

Исследовано влияние технологических дефектов на акустическую эффективность звукопоглощающих конструкций. Определено влияние непрочности соетового заполнителя на акустическую эффективность звукопоглощающих конструкций (ЗПК). Определено максимально допустимое отклонение диаметра отверстий перфорации. Разработаны меры по снижению технологических дефектов.

18.02-01.454 Исследование влияния вида акустического сигнала на определение импеданса образцов звукопоглощающих конструкций. *Федотов Е.С., Кустов О.Ю. Аэрокосмическая техника, высокие технологии и инновации.* 2017, № 1, с. 280-283. Рус.

Проведены исследования, посвященные определению импеданса ЗПК при высоких уровнях звукового давления с использованием чистого тона в качестве сигнала динамика. Представлены результаты численного моделирования и верификации с физическим экспериментом на чистом тоне. Кроме того, приведены результаты сравнения значений действительной части импеданса образца ЗПК на чистом тоне и белом шуме при одинаковом уровне звукового давления на поверхности образца. Также предложен способ определения уровня звукового давления на поверхности образца ЗПК без использования третьего микрофона. Предложенный способ верифицировался с использованием численного моделирования на основе системы линеаризованных уравнений Навье-Стокса. Полученные результаты

могут представлять интерес при проектировании ЗПК для снижения шума вентилятора как одного из доминирующих источников шума авиационного двигателя.

См. также **18.02-01.47, 18.02-01.450**

Шумоизоляция

18.02-01.455 Об одном строгом методе оценки акустических свойств шумоподавляющих барьеров. *Вовк И.В., Конченко Т.А., Мацьгура В.Т. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 103-108. Рус.

Методом частичных областей решена задача о рассеянии звука на шумоподавляющем барьере и разработан эффективный алгоритм для численного анализа звукового поля в освещенной, переходной и теневой зонах. Проведены расчеты звукового поля вдали и вблизи барьера в широком диапазоне частот и при разных размещениях источника относительно барьера. Даны два примера оценки эффективности барьеров для интересных с практической точки зрения случаев.

18.02-01.456 Звукоизоляционные характеристики новых прокладочных материалов отечественного производства, применяемых в конструкциях "плавающих" полов междуэтажных перекрытий зданий. *Заец В.П., Осипчук Л.Н., Трохименко Н.А. КОНСОНАНС-2007. Акустический симпозиум (25–27 сентября 2007 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2007, с. 100-107. Рус.

Приведены динамические и акустические характеристики новых рулонных звукоизоляционных материалов, изготовленных на основе стеклохолста, химических волокон, а также изделий из полиэтилена. Экспериментально определены величины индексов снижения приведенного уровня ударного шума «плавающих» полами с применением в их конструкциях звукоизоляционных слоев из исследованных упругих материалов. Показана зависимость величины снижения уровня ударного шума от параметров плиты пола и физико-технических характеристик изоляционного слоя.

18.02-01.457 Акустические свойства шумозащитного барьера с козырьком. *Вовк И.В., Сотников Т.А. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября–01 октября 2009 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 128-136. Рус.

Продолжение серии работ, посвященных исследованию акустических свойств шумозащитных барьеров. Ранее нами были рассмотрены классический и V-образный шумозащитные барьеры. По статистике второе место по распространенности после классического барьера в виде вертикальной стенки занимает барьеры с козырьком или Г-образный барьеры. Но поскольку их конструкция является более усложненной в сравнении с классической, то естественным является вопрос — приносит ли это какую-либо пользу. Ниже нами предлагаются теоретический метод для оценки акустических характеристик барьера с козырьком и результаты их анализа. В результате проведенного анализа выявлено, что барьер с козырьком целесообразно применять только в случаях, когда необходимо увеличить зону звуковой тени, не повышая при этом существенно высоту барьера. Особенно это актуально, когда необходимо обеспечить шумозащиту высоким зданиям, например, в городах. Существенного же выигрыша по уровню шумозащиты достичь при помощи Г-образных барьеров не удаётся. На основе применения метода частичных областей дано строгое решение задачи о рассеянии звука на шумоподавляющем барьере с козырьком и разработан эффективный алгоритм для проведения численного анализа звукового поля в освещенной, переходной и теневой зонах. Проведены расчеты звукового поля в дальней и ближней окрестностях барьера для широкого диапазона частот при разных размещениях источника относительно барьера. Проанализированы полученные количественные данные, позволяющие оценить эффективность барьеров для двух интересных для практики случаев их использования. Предложены рекомендации по применению барьеров такого типа.

18.02-01.458 Звукоизоляция перегородок из гипсокартона. Редько Ю.Б. Кровельные и изоляционные материалы. 2016, № 3, с. 17-19. Рус.

На основании информационного анализа предлагается методика и приводятся полученные с ее помощью экспериментальные данные частотной характеристики звукоизоляции некоторых видов внутренних каркасно-обшивных перегородок из гипсокартона.

18.02-01.459 Звукоизоляция внутренних ограждающих конструкций. Редько Ю.Б. Кровельные и изоляционные материалы. 2016, № 4, с. 29-31. Рус.

На основании информационного анализа предлагается методика, а также приводятся полученные с ее помощью экспериментальные данные частотной характеристики звукоизоляции некоторых видов внутренних перегородок.

18.02-01.460 Конструктивная звукоизоляция внутренних каркасно-обшивных перегородок. Редько Ю.Б. Кровельные и изоляционные материалы. 2016, № 6, с. 27-30. Рус.

На основании информационного анализа предлагается методика, а также приводятся полученные с ее помощью экспериментальные данные частотных характеристик звукоизоляции некоторых видов ограждающих конструкций с применением гипсокартонных листов.

Активные методы подавления шума

18.02-01.461 Активное гашение звука. Контроль уровня гашения. Лейко Н.С., Гулега Л.Г., Лейко А.Г. КОНСОНАНС-2007. Акустический симпозиум (25–27 сентября 2007 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2007, с. 141-144. Рус.

Проблема активного гашения звука, излучаемого и рассеиваемого телом в пространстве, является в настоящее время одной из центральных в акустике. Для акустического поля, порождаемого падающей волной из внешней среды на некоторую область пространства, можно рассматривать несколько подходов к решению задачи гашения звука. К первому из них следует отнести такой способ гашения звука, при котором падающее поле во внешней среде не изменяется, т.е. компенсируется только рассеянное (отраженное) поле. Этот метод, называемый методом Г.Д. Малюжинца, основан на разделении акустического поля на падающую и рассеянную компоненты с помощью интегрального оператора Гельмгольца—Гюйгенса и на последующей компенсации рассеянной компоненты поля дополнительными источниками звука. Для реализации этого метода тело окружается звукопрозрачными замкнутыми приемными и излучающими поверхностями Гюйгенса. На внутренней поверхности Гюйгенса помещаются непрерывно распределенные приемники, измеряющие давление и нормальную составляющую колебательной скорости, которые необходимы для факторизации поля. На внешней поверхности Гюйгенса непрерывно размещаются источники звука монопольного и дипольного типов, которые излучают только во внешнюю область и таким образом компенсируют рассеянную компоненту, но не искажают общее поле во внутренней области. Управление источниками звука осуществляется сигнальными сенсорами с использованием системы определения уровня компенсации рассеянной компоненты. Приведенные материалы дают представление об одном из возможных вариантов технической реализации самонастраивающейся системы активного гашения звука. При этом особенностью построения системы контроля уровня гашения, происходящей из адаптационных свойств всей системы активного гашения звука, является необходимость измерения звукового давления не только в отраженном и гасящем полях, но и в по-

падающей волны. Для практической реализации этого требования приемная поверхность S_1 должна иметь изменяемую по направлению однонаправленность, а поверхность контроля S_3 должна быть образована из ненаправленных приемников.

18.02-01.462 Одночастотные приближения в задачах активного демпфирования вынужденных колебаний шарнирно опертой балки с пьезоактивными слоями при учете физической и геометрической нелинейности. Жуж Я.О., Сенченков І.К. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября—01 октября 2009 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 176-181. Рус.

An approximate formulation for the problem in terms of the amplitudes of the main electromechanical field variables is produced by applying the monoharmonic (single-frequency) approach along with the concept of complex modules to characterize the cyclic properties of the material. Accuracy of the approximate approach is estimated for the particular case of the monoharmonic mechanical and electric excitation of the three-layer beam. It is achieved through the comparison of the results computed for the transient response of the beam using the complete model with those found using the approximate model. Limitations on the approximate monoharmonic method application are specified. The effect of the physically nonlinear behavior of the passive layer on the beam response is analyzed.

18.02-01.463 Демпфирование резонансных изгибных колебаний гибкой жестко заземленной вязкоупругой круглой пластины при помощи пьезоактуаторов. Карнаузов В.Г., Карнаузова Т.В. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября—01 октября 2009 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 195-200. Рус.

By the Bubnov—Galerkin method the problem of forced resonance vibrations and dissipative heating of flexible circular viscoelastic plate with distributed actuators is solved. The influence of geometrical nonlinearity and dissipative heating on effectiveness of active damping vibrations of the plate with a built-in edge by the piezoelectric actuators is studied.

18.02-01.464 Совместное использование сенсоров и актуаторов для демпфирования колебаний пластин. Пятецкая Е.В. КОНСОНАНС-2015. Акустический симпозиум (29—30 сентября 2015 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2015, с. 179-181. Рус.

Проведен анализ влияния коэффициента обратной связи на демпфирование изгибных колебаний тонких прямоугольных пластин при помощи совместного использования сенсоров и актуаторов. Следует отметить, что с увеличением коэффициента обратной связи, амплитуда колебаний пластины существенно уменьшается. При этом уменьшается и температура диссипативного разогрева.

18.02-01.465 Численный расчет акустической эффективности активного излучателя и резонансной ячейки при совместной работе. Писарев П.В., Паньков А.А., Аношкин А.Н. Аэрокосмическая техника, высокие технологии и инновации. 2017, № 1, с. 212-215. Рус.

Представлены результаты численного моделирования функционирования активной системы гашения шума, предназначенной для снижения уровня результирующего акустического давления на выходе из канала. По результатам численного моделирования определено, что использование акустического излучателя значительно повышает эффективность шумоглушения резонансной ячейки; при изменении амплитуды и расстояния до ячейки происходит изменение резонансной частоты системы и ее эффективности.

См. также **18.02-01.134**

Акустика помещений; Музыкальная акустика

Акустика струнных инструментов

См. 18.02-01.441

Общие вопросы архитектурной акустики

См. 18.02-01.451

Общие вопросы музыкальной акустики

18.02-01.466 Три класса звуковых пространств для проектирования систем сонификации. *Рогозинский Г.Г.*

Т-Сотт: Телекоммуникации и транспорт. 2018. 12, № 1, с. 59-64. Рус.

Многочисленные методы отображения информации с помощью речевых звуковых сигналов, известные под общим термином "сонификация" вызывают все больший интерес у разработчиков систем мониторинга. Звуковое представление различных данных широко применяется медиахудожниками и разработчиками экспериментальных систем мониторинга. Представлены три различных класса звуковых пространств, которые могут быть использованы для универсального описания любых звуковых объектов из тезауруса систем сонификации. Звуковые пространства определены в терминах модифицированной мультидоменной модели.

Обработка акустических сигналов; Компьютерное моделирование

Компьютерная обработка результатов эксперимента

См. 18.02-01.349

Численное решение обратных задач

См. 18.02-01.34, 18.02-01.51, 18.02-01.185, 18.02-01.316, 18.02-01.317, 18.02-01.322

Обработка акустических изображений

См. 18.02-01.169

Акустическая голография и томография

18.02-01.467 Определение неоднородности упругих свойств пьезокерамического стержня в месте расположения диэлектрически отделенной части электродного покрытия методом низкочастотной томографии. *Никитенко В.Н., Юрченко М.Е. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 165-172. Рус.

Рассмотрена задача о продольных колебаниях пьезокерамического стержня с толщинной поляризацией. Построено аналитическое решение при нулевых механических граничных условиях на торцах стержня. В случае, когда электроды отделенного диэлектрическими промежутками участка стержня разомкнуты, для первых нормальных мод, найдены собственные частоты колебаний. Эти значения сопоставлены со спектром продольных колебаний стержня со сплошными электродами. Согласно методу низкочастотной томографии приведены данные о месторасположении и приближенная форма неоднородности. Проведено сопоставление с экспериментальными исследованиями.

18.02-01.468 Атомарные весовые функции (окна) в свёрточном алгоритме реконструкции томографических изображений. *Будунова К.А., Коновалов Я.Ю., Кравченко О.В. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф.* М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 31-35. Рус.

Томографические методы исследования применяются в самых различных областях науки (от радиоастрономии до электронной микроскопии). Математические методы, применяемые в томографии, сводятся к решению задачи обращения преобразования Радона. Разработка новых эффективных алгоритмов реконструкции и усовершенствование существующих алгоритмов является важной задачей. Задача обращения преобразования Радона некорректна. Формулы обращения преобразования Радона не могут быть использованы на практике, поскольку набор исходных проекций является неполным (конечным) и зашумленным. Свёрточный алгоритм, основанный на аппроксимации формулы обращения преобразования Радона, является

одним из самых популярных методов реконструкции изображений по проекциям. Главным преимуществом алгоритма является простота вычислений. Основными этапами метода являются фильтрация и обратное проецирование. При построении фильтра применяются весовые функции (окна). Выбор функции окна зависит от типа изображения и уровня шумов в исходных данных. Атомарные окна получили широкое распространение в методах обработки сигналов. Использование в свёрточном алгоритме весовых окон на основе атомарной функции предложено В.Ф. Кравченко. Меняя параметр, можно построить фильтр, обладающий оптимальным для конкретной задачи соотношением шумоподавляющей и разрешающей способностей.

18.02-01.469 Принципы функционирования линейного акустического томографа. *Зотов Д.И. Известия РАН. Серия физическая.* 2018. 82, № 1, с. 36-40. Рус.

Модернизируемый линейный акустический томограф предназначен для целей медицинской диагностики патологических новообразований мягких биотканей в начальной стадии их роста. Рассматриваются вопросы, связанные с расширением возможностей процесса томографирования.

18.02-01.470 Раздельное восстановление скорости звука, плотности среды и поглощения в задаче томографического типа. *Зотов Д.И., Румянцева О.Д., Шуруп А.С. Известия РАН. Серия физическая.* 2018. 82, № 1, с. 41-46. Рус.

Предлагается процедура выделения из функции рассеивателя, предварительно восстановленной одним из методов решения обратной задачи, вкладов от неоднородностей скорости звука, плотности среды и коэффициента поглощения при одновременном определении показателя степени частотной зависимости коэффициента поглощения. Моделированием исследуется помехоустойчивость данной процедуры в полихроматическом режиме.

18.02-01.471 Алгоритм реконструкции томограммы при теневом методе акустической дефектоскопии линейными решетками. *Солдатов А.И., Солдатов А.А., Баканов П.Г., Сорокин П.В., Костина М.А., Шульгина Ю.В. Контроль. Диагностика.* 2018, № 2, с. 42-47. Рус.

Исследован алгоритм реконструкции томографического изображения зоны контроля при теневом методе. Использование линейных акустических решеток в теневом контроле позволяет получить набор коэффициентов передачи среды с разных ракурсов. Этот набор объединяется в матрицу коэффициентов передачи среды, по анализу которой можно судить о характеристике дефекта. Для примера приведены три матрицы коэффициентов передачи среды для трех случаев расположения дефекта в зоне контроля. Используя матрицу коэффициентов передачи среды и предложенный алгоритм обработки данных, можно получить томограмму зоны контроля, которая представлена набором небольших локальных областей. Для каждой такой области вычисляется матрица нормированных коэффициентов затухания, которые кодируются цветовой гаммой или градиентами серого и отображаются на экране монитора. Результаты моделирования подтверждены экспериментальными данными, которые доказали высокую эффективность модели.

Акустика живых систем; Биологическая акустика

Действие акустических колебаний на биологические среды и живые организмы

18.02-01.472 Влияние инфразвуковых и низкочастотных звуковых полей на биологические объекты. *Сокол Г.И. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 232-237. Рус.

Рассмотрено специфическое воздействие инфразвуковых и низкочастотных звуковых колебаний на живые организмы. Определены масса, резонансная частота и жесткость тела колорадского жука. В условиях лабораторного бокса зафиксирована гибель жука под действием акустических колебаний. Разработаны и запатентованы акустический способ уничтожения вредителей растений и устройство для его осуществления. Создан действующий макет устройства, который опробован в условиях дачного участка.

18.02-01.473 Моделирование акустических воздействий на тело вредителя растений. *Сокол Г.И., Рыбалка Т.А. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября–01 октября 2009 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 310-316. Рус.

18.02-01.474 О связи акустических и механических характеристик живых упругих тел при воздействии акустической волны. *Савчук Т.Л. КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1–2 октября 2013 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 256-260. Рус.

Определена возможность осуществления губительного воздействия на тела личинок вредных насекомых акустическими полями. Составлена программа — методика для экспериментального определения жесткости и резонансной частоты тела личинки. В настоящее время окружающая среда насыщена физическими полями различного характера, одним из видов которых является акустическое. Оно оказывает как позитивное, так и негативное влияние на биологические объекты. Особым случаем здесь является совпадение резонансных частот отдельных органов человека с некоторыми частотами акустических полей, что приводит, обычно, к негативному воздействию. Положительное влияние акустических колебаний на организм человека и использование характеристик акустических полей при диагностике всё шире находят применение в современной медицине. Для терапевтических целей ультразвук применяется с частотой 800 кГц, его интенсивность около 1 Вт/см² и меньше. Первичными механизмами воздействия ультразвука на ткани живых органов в терапии являются механическое и тепловое действия (Ремизов А. Н., Максина А. Г., Потапенко А. Я. Учебник по медицинской и биологической физике. М.: Дрофа. 2003. 559 с.). Здесь применяются виброакустические колебания в диапазоне от 20Гц до 20000 Гц. Известно, что для осуществления негативного акустического воздействия на тело насекомых необходимо знать массу, жесткость и резонансную частоту их тела. Разрыв тканей и биологическая смерть вредного насекомого при воздействии на него акустическими колебаниями должны свидетельствовать о том, что найдена резонансная частота тела. В литературе приводятся данные об экспериментальных исследованиях, позволяющих определить модуль упругости мышц лягушек, кроликов и других млекопитающих. Упругость обеспечивает возвращение в исходное положение частиц среды, смещенных под воздействием переменных внешних акустических нагрузок (Беляев, Н.М. Сопrotивление материалов. М.: Высшая школа. 1980. 758 с.). Жесткость тела вредного насекомого определяется расчетным путем после взвешивания тела и выявления резонансной частоты. При исследовании характеристик тел или органов, вызванных действием внешних механических возмущений в виде акустических колебаний, тело следует рассматривать как систему из механических элементов, обладающих инерционными, упругими, демпфирующими и другими свойствами. В «Сапожков М.А. Электроакустика. М.: Связь. 1978. 272 с.» определены частоты вибрационных и

акустических колебаний, которые оказывают губительное влияние на тело вредителя растений колорадского жука. Показано, что основными факторами в определении резонансной частоты являются масса и жесткость тела или отдельного органа живого насекомого. Целью настоящей работы является разработка методики для определения механических характеристик тела живой личинки насекомого с последующим моделированием воздействия на личинку акустического поля.

18.02-01.475 Ультразвуковые методы получения магнетита для разделения клеток крови. *Шут В.Н., Мозжаров С.Е., Янченко В.В. Международная научная конференция "Техническая акустика: разработки, проблемы, перспективы. Витебск, 26–29 сентября 2016 г.* Витебск: Витебский государственный технологический ун-т. 2016, с. 68-70. Рус.

18.02-01.476 Использование многоэлементных ультразвуковых фазированных решеток для неинвазивного ударноволнового воздействия на ткани мозга. *Росницкий П.В., Юлдашев П.В., Гаверилов Р.Л., Хожлова В.А. Международная научная конференция "Техническая акустика: разработки, проблемы, перспективы. Витебск, 26–29 сентября 2016 г.* Витебск: Витебский государственный технологический ун-т. 2016, с. 88-90. Рус.

Показана техническая возможность создания многоэлементных ультразвуковых фазированных решеток для реализации нелинейных режимов воздействия на ткани мозга через интактный череп.

18.02-01.477 Электростимулятор для активации роста аксонов в нервных стволах. *Доманский В.Л., Собакин И.А., Кошелев С.М. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РН-ТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 179-181. Рус.*

Создан полипрограммный электростимулятор для активации роста аксонов в аутографтированных нервах и реиннервации денервированных и дегенерированных мышц. Разработан набор целевых стимуляционных программ. Представлена структурная схема, основные технические характеристики. Дано описание функционирования аппарата.

18.02-01.478 Анализ взаимодействия электромагнитного поля КВЧ-диапазона с кожей методами нелинейной физической акустики. Часть 2. *Човнюк Ю.В., Ивановская А.В., Овсянникова Т.Н., Рудько Б.Ф. Радиоэлектроника и информатика. 2004, № 2, с. 149-154. Рус.*

Исследуются процессы взаимодействия электромагнитных полей и возбуждаемых электромагнитных волн крайне высокочастотного (КВЧ) диапазона с живой материей в районе биологически активных точек, обычно используемых в методе микроволновой резонансной терапии.

18.02-01.479 Анализ взаимодействия электромагнитного поля квч-диапазона с кожей методами нелинейной физической акустики. Часть 2. *Човнюк Ю.В., Ивановская А.В., Овсянникова Т.Н., Рудько Б.Ф. Радиоэлектроника и информатика. 2004, № 3, с. 110-115. Рус.*

Исследуются процессы взаимодействия электромагнитных полей и возбуждаемых электромагнитных волн крайневысокочастотного диапазона с живой материей в районе биологически активных точек, обычно используемых в методе микроволновой резонансной терапии.

Распространение акустических волн в тканях и органах

18.02-01.480 О возможном механизме возникновения сухих хрипов в бронхиальном дереве человека. *Вовк И.В., Басовский В.Г. КОНСОНАНС-2003. Акустиче-*

ский симпозиум (1–3 октября 2003 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 30-35. Рус.

Предложена гипотеза об одном возможном механизме возникновения сухих хрипов (тональных звуковых колебаний) в бронхиальном дереве человека при патологиях. Суть ее состоит в том, что в пораженных воздухоносных путях за счет выделившейся вязкой тягучей мокроты могут образовываться аэродинамические структуры типа “сопло—струя—препятствие”. Роль сопла может играть стеноз, который при акте дыхания формирует скоростную струю воздуха, а роль препятствия может играть другой стеноз, разветвления воздухоносных путей и другие формы, образующиеся из мокроты. Состоятельность гипотезы проверялась экспериментально на физической модели в широком диапазоне геометрических характеристик стеноза и препятствий, а также скорости потока воздуха. Полученные результаты подтвердили принятые предположения и показали, что наличие подобного рода структур действительно обеспечивает эффективное преобразование энергии потока в энергию звуковых колебаний по характеру близких сухим хрипам.

18.02-01.481 Собственные и вынужденные колебания хрящей трахеи и бронхов человека. Васовский В.Г., Вовк И.В. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 32-37. Рус.

Проведен анализ геометрических и физических характеристик хрящей трахеи и главных бронхов человека, сформулированы их механические модели, представляющие хрящи в виде круговых стержней постоянного поперечного сечения со свободными концами. На основе теории изгибных колебаний круговых стержней разработана расчетная схема для оценки собственных частот и форм колебаний хрящей, а также их вынужденных колебаний под воздействием радиально распределенной гармонической силы.

18.02-01.482 Детектирование сухих хрипов на основе анализа их автокорреляционной функции. Вовк И.В., Семенов В.Ю. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 109-115. Рус.

Предложен эффективный метод детектирования сухих хрипов в дыхательных шумах. Получено соотношение, связывающее мощности периодической и шумовой компонент дыхательного сигнала с пиковым значением автокорреляционной функции. На основе этого соотношения предложен способ выявления сухих хрипов, основанный на сравнении пикового значения автокорреляционной функции с переменным порогом. Важной особенностью метода является то, что он не только выполняет классификацию дыхательного сигнала по принципу “шумовой/периодический”, но и позволяет определять значения всех частотных составляющих, присутствующих в сухом хрипе.

18.02-01.483 Возбуждение продольных волн в биологических объектах. Петрищев О.Н., Михеева А.Н. КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1–2 октября 2013 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 233-237. Рус.

Решена граничная задача динамической теории упругости о возбуждении неосесимметричных сферических продольных волн в изотропном упругом полупространстве с исчезающе малым модулем сдвига. Источником упругих возмущений является гармонически изменяющиеся во времени нормальные механические напряжения, которые произвольным образом распределены в некоторой ограниченной области поверхности упругого полупространства. Результат решения представлен в виде разложений по сферическим гармоникам. Результаты решения этой задачи позволяют прогнозировать эффективность возбуждения продольных волн в заданном диапазоне частот в зависимости от характера распределения силовых факторов, конфигурации и размеров области нагружения. Эти прогнозы составляют рациональную основу практических разработок ультразвуковых устройств медицинской диагностики. В работе обсуждаются результаты модельных исследований полученных результатов. В частности, рассматривается вопрос об оценке размеров ближней зоны излучателя продольных волн, влияния формы и размеров площадки механического контакта на

частотную характеристику ультразвукового преобразователя.

18.02-01.484 Использование метода нелокального усреднения для подавления нестационарной помехи в фонокардиографическом сигнале. Рудницкий А.Г. КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1–2 октября 2013 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 250-255. Рус.

Предлагается использовать метод нелокального усреднения для выделения звуков сердца из нестационарной помехи, представленной звуками дыхания и фоновыми шумами. Показана высокая эффективность алгоритма при различных значениях отношения сигнал/помеха.

18.02-01.485 Исследование взаимодействия наночастиц оксида железа, полученных в акустоплазменном разряде с кавитацией, с фибриногеном плазмы крови с помощью методов светорассеяния. Кириченко М.Н., Чайков Л.Л., Кривохижа С.В., Бульчев Н.А., Казарян М.А., Зарицкий А.Р. Оптика атмосферы и океана. 2018. 31, № 3, с. 220–225. Рус.

С помощью методов динамического светорассеяния исследовано взаимодействие наночастиц оксида железа, полученных в акустоплазменном разряде с кавитацией, с фибриногеном плазмы крови в модельном растворе. Показано, что в зависимости от времени хранения наночастиц их взаимодействие с указанным белком происходит по-разному и проявляется в различной динамике изменений распределений интенсивности рассеянного света по размерам рассеивающих частиц (агрегатов белка с наночастицами), образующихся в результате этого взаимодействия. Биологическое действие наночастиц одинаковое вне зависимости от времени их хранения — они выступают ингибиторами реакции образования фибринового геля.

Математическое моделирование процессов в медицинской и биоакустике

18.02-01.486 Модель контактного взаимодействия поверхности тела человека с вибратором. Олейник В.Н. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 173-178. Рус.

Построены физическая и математическая модели контактного взаимодействия поверхности тела человека с вибратором механического импедансометра. На основе предположения, что основную роль при таком взаимодействии играет столб мягкой биоткани между вибратором и костями скелета, рассмотрена задача о гармоничных колебаниях упругого цилиндра с кинематическим нагруженным торцом при условии отсутствия касательных напряжений на поверхности контакта. Сравнение расчетных результатов данных экспериментов по вибровозбуждению кожи предплечья человека *in situ* продемонстрировали в целом удовлетворительное согласование между ними.

18.02-01.487 Механический импеданс вязкоупругого слоя биоткани при гармоничном нагружении круговым штампом. Гринченко В.Т., Олейник В.Н. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 165-170. Рус.

18.02-01.488 Двухфазная модель для оценки акустомеханических свойств компонент, формирующих мышечную ткань. Землякова А.А., Олейник В.Н. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 191-196. Рус.

Проведено упрощенное моделирование пространственных акустомеханических свойств мышечной ткани на основе результатов, полученных для мелкослоистых сред. Такой подход, наряду с постулированием модельной среды как двухфазной, состоящей из изотропных компонент, позволил свести соотношения для оценки упругих свойств мышечной ткани к элементарным формулам для фазовых скоростей упругих волн. При этом в качестве основных рассмотрены два случая: распространение волн перпендикулярно слоям и распространение волн в на-

правлении, параллельном плоскости укладки слоев. Поскольку модуль сдвига в мягких биотканях (волокно и соединительная “матрица”) варьируется сильнее всего, его неоднородность была выбрана в качестве параметра, контролирующего анизотропию. Согласно известным экспериментальным данным о динамических модулях сдвига и скоростях поперечных волн, в направлениях вдоль и поперек волокон эти величины могут различаться в нескольких раз (иногда на порядок). Анализ, проведенный на основе упрощенной модели двухфазной слоистой среды, показал, что для формирования такой анизотропии модули сдвига волокна и “матрицы” должны различаться, как минимум, на один-два порядка.

18.02-01.489 Численное моделирование движения среды в канале с двумя стенозами. *Вовк И.В., Малюга В.С. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября—01 октября 2009 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 122-127. Рус.

Исследовано течение вязкой несжимаемой жидкости в плоском канале при наличии в нем следующих друг за другом двух стенозов (сужений) на основе численного решения нестационарных уравнений Навье—Стокса. Алгоритм численного решения базируется на методе конечных объемов с использованием TVD схем для дискретизации конвективных членов. Проанализирован характер течения в области между стенозами в зависимости от числа Рейнольдса. В частности показано, что в определенном диапазоне чисел Рейнольдса появляются характерные вихревые структуры в сдвиговых слоях на границе струи и полостей (ниш), образованных стенозами. В результате этого возникают устойчивые периодические антисимметричные автоколебания профиля скорости на выходе из отверстия второго стеноза, которые принципиально могут служить источником звуковых колебаний в канале. Определена зависимость чисел Струхала автоколебаний профиля скорости от числа Рейнольдса.

18.02-01.490 Происхождение свистов форсированного выдоха человека. *Коренбаум В.И., Почечутова И.А., Сафронова М.А. КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1—2 октября 2013 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 132-137. Рус.

Свисты форсированного выдоха (СФВ) могут иметь определенный диагностический потенциал и потому исследованию механизмов их формирования было посвящено значительное число работ. Среди возможных механизмов образования СФВ динамический флаттер, срыв вихрей, автоколебания смыкания тканей слизистой оболочки дыхательных путей. Нет единства в представлениях об области формирования СФВ в бронхиальном дереве. Обсуждаются варианты вовлечения голосовых связок, трахеи, крупных и средних бронхов. Цель исследования — уточнение механизмов и зон формирования СФВ в бронхиальном дереве.

18.02-01.491 Хаотические режимы взаимодействия сердечно-сосудистой и респираторной систем. *Печук Е.Д., Краснопольская Т.С. КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1—2 октября 2013 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 238-243. Рус.

Модель ДеБура взаимодействия сердечно-сосудистой и респираторной систем исследуется при учете обратного влияния динамики артериального давления на параметры дыхательных осцилляций. При этом процесс дыхания описывается уравнениями Заславского для автоколебательной респираторной системы, находящейся под импульсным воздействием сердечных сокращений. Методами нелинейной динамики исследовано влияние параметров обратных связей на результирующую кардиореспираторную картину. Показано, как взаимодействие подсистем порождает хаотическую компоненту частоты движений грудной клетки, приводящую к генерации хаотических акустических сигналов в инфразвуковом диапазоне.

18.02-01.492 Гидроакустика механического двухстворчатого митрального клапана. *Воскобойник В.А., Редаелли А., Фиоре Б., Нестерук И.Г., Воскобойник А.А., Басовский В.Г., Воскобойник А.В. КОНСОНАНС-2015. Акустический симпозиум (29—30 сентября 2015 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины.

2015, с. 59-65. Рус.

Представлены результаты экспериментальных исследований гидродинамического шума, который генерируется струйным течением через искусственный двухстворчатый митральный клапан. Физическое моделирование проведено в лабораторных условиях на модели камеры предсердия и левого желудочка сердца. Обнаружено, что наибольшая интенсивность гидродинамического шума и его спектральных составляющих наблюдается вблизи центральной струи митрального клапана. С ростом скорости в ближнем следе митрального клапана повышаются спектральных уровней пульсаций давления наблюдается в диапазоне частот (60—80) Гц.

См. также **18.02-01.481, 18.02-01.485**

Речеобразование и восприятие речи

18.02-01.493 Компьютерный анализ певческого голоса. *Ананьева Е.А., Ананьев А.Б. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27—29 сентября 2005 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 8-13. Рус.

Рассматривается методика выделения вибрато из фрагментов певческого голоса, и обсуждаются вопросы его исследования. Рассмотрены вопросы выделения отдельной гармонической компоненты из многокомпонентного музыкального звука с учетом амплитудной и частотной модуляции (вибрато) этого звука. Приводятся характеристики вибрато, выделенного из фрагментов голосов ряда известных певцов.

18.02-01.494 Сравнительный анализ некоторых методов оценки разборчивости речи. *Гавриленко А.В., Дидковский В.С., Продеус А.Н. КОНСОНАНС-2007. Акустический симпозиум (25—27 сентября 2007 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2007, с. 54-65. Рус.

A brief review of the objective methods of speech intelligibility estimation is realized. It's shown that the most of formant methods are close in the region of middle values of signal-to-noise ratio (SNR). But it's difficult to take into account the reverberation interference when formant methods are used. The concept of Modulation Transfer Function (MTF) is more powerful in this sense because it permits to take into account the reverberation interference. Empirical method ALcons accounts the reverberation interference, but it doesn't consider noise. The most complicated task for all above mentioned methods is to determine speech privacy.

18.02-01.495 Акустические аспекты интонационного поведения в дикторской речи. *Ананьев А.Б., Авраменко М.Э. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября—01 октября 2009 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 32-37. Рус.

This study is devoted to objective analysis of acoustic parameters inherent to intonation in human speech. Within the study we introduced graphic descriptions of speech intonation patterns. Using correlation analysis we examined relation between pitch and sound energy in spoken phrases. A technique developed in this project allows us to relate intonation in the spoken phrase to the logical stresses within not only this phrase, but also within a contextually linked sequence of phrases.

18.02-01.496 Об измерениях вероятностных характеристик формант украинской и русской речи. *Продеус А.Н. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября—01 октября 2009 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 285-291. Рус.

18.02-01.497 Исследование влияния параметризации речевого сигнала и характеристик каналов связи на надежность автоматического распознавания фонаем. *Ладощко О.Н. КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1—2 октября 2013 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 169-174. Рус.

Задача робастного распознавания спонтанной речи в условиях различия характеристик каналов записи обучающей и тестовой выборки весьма актуальна. К таковым относятся различие передаточных характеристик каналов связи, различие микрофо-

нов, различные расстояний от рта до микрофона. В данной работе исследовалось влияние характеристик телефонного канала связи на точность распознавания фонем. Для построения акустических моделей контекстно-независимых фонем (трифонов) использовались скрытые Марковские модели (НММ — Hidden Markov Models). Распознавание проводилось для дикторнезависимого режима работы системы автоматического распознавания фонем слитной речи. Исследования проводились при MFCC и PLP параметризации речевых сигналов. Для обучения использовалась речевая база, записанная с высоким качеством (отношение сигнал-шум не менее 40 дБ). Для распознавания использовались различные виды искаженной речи: естественная речь на выходе одноканального телефонного канала связи; синтетическая речь на выходе телефонного канала связи, сформированная с использованием системы «искусственный рот».

18.02-01.498 О выборе метода акустической экспертизы и вида тестового сигнала при оценивании разборчивости речи. Продеус А.Н. КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1–2 октября 2013 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 244-249. Рус.

Предложены решающие правила, необходимые для автоматизации акустической экспертизы. Экспериментально оценены погрешности акустической экспертизы, обусловленные использованием естественной речи в качестве тестового сигнала. В последние десятилетия широкое распространение получил модуляционный метод акустической экспертизы, универсальность которого обусловлена способностью учитывать влияние на разборчивость речи как шума, так и реверберации. Между тем, в условиях преобладания шумовой помехи предпочтительным, как по скорости, так и по точности измерений, является формантный метод. Отсюда следует, что выбор рационального метода акустической экспертизы целесообразно производить с учетом оценки соотношения влияния шума и реверберации. Поэтому одна из целей данной работы состоит в разработке вариантов решающего правила о виде помехи. Другим важным вопросом акустической экспертизы является выбор тестового сигнала. При экспертизе помещений принято использовать тестовые сигналы в виде стационарного или нестационарного шумов, свип-сигналы или сигналы в виде MLS-последовательностей. Однако специфика цифровых линий связи приводит к необходимости использовать естественную речь в качестве тестовых сигналов. До настоящего времени вопрос точности таких измерений исследован недостаточно, поэтому другой целью данной работы является оценка погрешностей акустической экспертизы, производимой с использованием речевых тестовых сигналов.

18.02-01.499 Метод измерений показателя акустического качества речи на основе теоретико-информационного подхода. Савченко В.В. Измерительная техника. 2018, № 1, с. 60-64. Рус.

Предложен новый метод измерений показателя акустического качества речи по информационной метрике Кульбака—Лейблера. Основное преимущество данного метода заключается в его высоких динамических свойствах, рассчитанных на устранение проблемы малых выборок наблюдений. Проведено теоретическое исследование эффективности метода, его выводы подтверждены экспериментально. Установлено, что для обеспечения достаточно точной оценки качества речи диктора требуется речевой сигнал длительностью 2–3 минуты.

Физиологическая и психологическая акустика

18.02-01.500 Открытие формулы среднего уха человека в норме—фактора нормы—прорыв в исследовании и диагностике слуха. Найдя С.А. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 145-150. Рус.

Анализируются представления о механо-акустической системе уха (среднем ухе), его модели и проблемы диагностики, существовавшие до недавнего открытия автором формулы среднего уха в норме. Согласно им: 1) передаточная функция уха, которая характеризуется смещением стремечка при постоянном звуковом давлении, имеет характеристики фильтра нижних частот (ФНЧ) (без максимума!), эффективная частота среза и

крутизна ската ее имеют существенные межсубъектные отличия; 2) среднее ухо скорее поглощает, чем отражает звуковую энергию; 3) не отмечается разница между параметрами элементов уха у женщин и мужчин; 4) неизвестен характер связи слухового и речевого трактов; 5) межсубъектный разброс параметров уха в норме может превысить отклонение от нормы, что является основной проблемой объективной диагностики слуха. Формула среднего уха представляет собой равную единице комбинацию гибкости барабанной перепонки, объема барабанной полости, резонансной частоты, активного акустического сопротивления. С медицинской точки зрения она является фактором нормы. Записанная через измеряемые в тимпанометрии эквивалентные объемы она не зависит от площади барабанной перепонки. С физической точки зрения сопротивление потерь таково, что минимальный коэффициент отражения звука по энергии от барабанной перепонки и максимальный коэффициент пропускания равны 0.5. Это соотношение представляет собой принцип отражения звука от барабанной перепонки. Определено состояние уха по фактору нормы, автором было установлено, что: 1) первая форманта звука “а” у мужчин (~700 Гц) и вторая форманта у женщин (~1000 Гц) близки к резонансной частоте уха, что генетически передается по мужской и женской линиям; 2) площадь барабанной перепонки у мужчин ~65 мм², а у женщин ~130 мм²; 3) третьи форманты звука “а” у мужчин и женщин одинаковые (~2500 Гц) и совпадают со второй частотой резонанса; 4) значение коэффициента усиления звука в цепи слуховых косточек на первой резонансной частоте одинаковые (~115 или ~40 дБ); 5) межсубъектные отклонения от фактора нормы существуют внутри категорий мужчин и женщин, тогда как фактор нормы для обеих категорий равен 1; 6) передаточные функции уха в норме не имеют характеристики ФНЧ; 7) показано, что многочастотная тимпанометрия вместе с рефлексометрией может обеспечить объективную аудиометрию с дифференциацией потери слуха в звукопроводящей и сенсоневральной системах. Это позволит решить острую проблему скрининговых тестов новорожденных.

18.02-01.501 К вопросу о спектрально-тембровых соответствиях в певческом голосе. Анянцев А.Б. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября—01 октября 2009 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 26-31. Рус.

The study showcases typical sung sound spectra accompanied by a discussion of the role of various spectral areas in the sung sound timbre perception. The discussion leads to introduction of the sung sound spectral model, which is specifically developed to be used in experiments for selecting and standardizing sung sound timbre description terms.

18.02-01.502 Автоматическое определение пола диктора на основе гауссовых смесей. Каложный А.Я., Семенов В.Ю. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября—01 октября 2009 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 189-194. Рус.

Предложен метод автоматической классификации речевых фрагментов по признаку “мужчина/женщина”. Метод основан на моделировании плотности распределения вектора акустических признаков голоса взвешенной суммой нескольких гауссовских распределений (метод гауссовых смесей, GMM). При этом каждый член GMM соответствует некоторому подклассу множества акустических параметров голосового сигнала. В качестве вектора акустических признаков был выбран вектор кепстральных коэффициентов (PLP), дополненный периодом основного тона. Для повышения помехоустойчивости метода при вычислении PLP коэффициентов выполнялась RASTA-фильтрация. Обучение гауссовых смесей производилось на речевой базе, включающей 8 иностранных языков. Вычисление параметров гауссовых смесей для мужских и женских голосов производилось по методу Expectation-Maximization с инициализацией согласно алгоритму K-средних. Результаты предварительных испытаний на базе русскоговорящих дикторов, не принимавших участие в формировании тестовой базы, свидетельствуют об устойчивой работе метода. Вероятность правильного распознавания пола диктора при этом составляла от 98 до 100% для различных модификаций предложенного метода.

18.02-01.503 Анамнез наследственного снижения

слуха у детей. *Найда С.А. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября—01 октября 2009 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 255-260. Рус.

Приведены расчеты слухового анализатора отдельного человека, основанные на формуле среднего уха человека (параметры нормы) и принципе отражения звука от барабанной перепонки, установлении генетической связи между формантами звука "а" и резонансными частотами уха; доказательства: характера наследственного дефекта слуха; наличия на барабанной перепонке рецептора звукового давления; защитной роли аку-

стического рефлекса через автономную обратную связь; разбиения звука на частотные (критические) полосы в улитке, а не в мозге; того, что отоакустическая эмиссия возникает из-за спиральности улитки, являющейся универсальным корреляционным фильтром — своего рода патентом природы; формул внутреннего уха; связи между объективными и субъективными характеристиками слуха — закона сохранения генетического кода слухового анализатора. Предложено прогнозировать наследственные (врожденные) дефекты слуха, сравнивая оба уха матери ребенка в роддоме.

Физические основы технической акустики

Акустические измерения и аппаратура

18.02-01.504 Измерительный комплекс акустической низкочастотной трубы с цифровой обработкой сигналов. *Лейко А.Г., Безвербный И.А., Гулега Л.Г., Зацерковский Р.А., Коцюба В.С., Лейко Н.С., Руснак В.Н., Сематюк М.В., Хоменко А.Г., Чичирин Е.Н. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27—29 сентября 2005 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 221-224. Рус.

Для разработки акустических покрытий различного назначения требуется знание акустических характеристик материалов. Исследования акустических характеристик материалов выполняются обычно с помощью акустических труб импульсным методом и методом стоячих волн. В низкочастотной области из-за ограничений конструктивного характера, накладываемых на размеры трубы, применяется метод стоячих волн с непрерывным возбуждением акустического поля в столбе воды и разделением прямой и отраженной волн. Последнее достигается благодаря разделению приема сигналов от излучателя и испытуемого образца. Получение большого объема информации об отражающих свойствах материалов в воде, описываемых коэффициентами отражения, как функции частоты при различных значениях температуры и гидростатического давления, с требуемой точностью и в сжатые сроки возможно только при полной автоматизации процесса измерений на базе цифровых методов обработки сигналов. На Украине создана низкочастотная акустическая измерительная система (НЧАИС) с внутренним диаметром акустической трубы, равным 208 мм, для проведения исследований в области технической акустики методом акустической интерферометрии.

18.02-01.505 Математическая модель рупорной безэховой камеры. *Кептер М.К., Шапкина Н.Е. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1—4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова, сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 60-63. Рус.*

Проблема исследования рассеивающих свойств объектов представляет собой интенсивно развивающуюся область в прикладной электродинамике. В последние десятилетия широкое распространение получили компактные полигоны, как мощное средство для экспериментальных исследований рассеивающих свойств различных объектов, а также параметров антенн. Предметом исследования является построение трехмерной математической модели безэховой камеры в форме конического рупора, который имеет высоту h и угол раскрытия γ .

Медицинский ультразвук, медицинские приборы

См. 18.02-01.131

Акустическая диагностика и неразрушающий контроль

18.02-01.506 О реконструкции двумерного распре-

деления остаточных напряжений по результатам акустических измерений при трехосном напряженно-деформированном состоянии. *Галаненко В.В., Галаненко Д.В. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1—3 октября 2003 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 49-55. Рус.

Один из возможных методов неразрушающего контроля напряженного состояния изделий основан на явлении акустоупругости. В тех случаях, когда начальные напряжения созданы сторонними воздействиями, не выходящими материал за пределы гиперупругости, уравнения распространения волн вытекают из уравнений нелинейной теории упругости. В случае, когда речь идет об остаточных напряжениях, в теоретические построения вводятся соображения теории пластичности. Основные уравнения упомянутых теорий локальны и потому равно пригодны для описания распространения волн в среде с однородным и неоднородным распределением начальных напряжений. Однако большая часть исследований выполнена в предположении о том, что начальные напряжения не зависят от координат. Это относится и к технологиям акустического сканирования двумерного распределения напряжений на поверхности тонкого слоя. В то же время практические задачи контроля остаточных напряжений доставляют немало важных примеров, когда распределение напряжений в области прозвучивания существенно неоднородно. В этих случаях, задача контроля остаточных напряжений родственна задачам реконструктивной томографии. С этой точки зрения она рассматривается применительно к изотропным конструкционным материалам. Цель настоящей работы заключается в теоретическом исследовании задачи определения пространственного распределения остаточных напряжений в первоначально однородном анизотропном конструкционном материале.

18.02-01.507 Новый подход к оценке плотности светлых нефтепродуктов по измерению скорости звука. *Лазебный В.С., Семенов А.М. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1—3 октября 2003 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 107-108. Рус.

Экспресс-анализ параметров светлых нефтепродуктов и, в частности, измерение их плотности приобрели в последнее время особую актуальность. На железнодорожном транспорте, например, желательнее контролировать уровень налива и массу нефтепродуктов в цистерне без ее вскрытия и нарушения пломб. На нефтеперерабатывающих предприятиях необходим непрерывный контроль этих параметров в процессе технологических операций. Существующие методы и приборы чаще всего не могут обеспечить оперативность измерения в условиях взрывоопасных зон и не экологичны, так как требуют отбора проб и вскрытия емкостей. Это особо проблематично, например, для герметичных емкостей со сжиженными углеводородами, находящимися под давлением. Внедрение в практику нового поколения ультразвуковых уровнемеров с внешней фиксацией электроакустических преобразователей, обеспечивающих измерение уровня и скорости звука в измеряемой жидкости, открыло возможность бесконтактной оценки параметров жидкости по измеренной скорости звука. Для жидкостей однородного химического состава (не смесей) связь между плотностью, температурой и скоростью звука однозначна, т.е. если известен один из параметров, то однозначно определены и два других.

Светлые нефтепродукты — это смеси различных углеводородов. Их состав не нормирован стандартами и заметно отличается у различных производителей. Экспериментальные исследования, проведенные ООО «НПЦ «Виатех», показали, что для удовлетворительной оценки плотности светлых нефтепродуктов необходимо измерять скорость звука и температуру. По результатам лабораторных исследований зависимостей плотности и скорости звука от температуры для бензинов А76, АИ92, АИ95, АИ98 разных производителей была получена следующая эмпирическая зависимость стандартной (при температуре 20 градусов) плотности D от скорости звука и температуры.

18.02-01.508 О погрешностях измерения эквивалентного диаметра дефекта прямыми преобразователями с использованием АРД-диаграмм. Луценко Г.Г. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 120-124. Рус.

Использование АРД-диаграмм (в качестве одного из приёмов дефектотрии) описано в известной справочной и монографической литературе. Эффективность использования АРД-диаграмм основана на том, что изменяющиеся от эксперимента к эксперименту параметры среды (скорость продольных волн) и пьезоэлектрического преобразователя (рабочая частота, размеры) входят в обобщённые (нормированные) переменные g , x , от которых зависит амплитуда эхо-сигнала A , выраженная в дБ. Сама же функция $A(g, x)$, где $g = d/D$ — отношение диаметров дефекта и пьезопреобразователя и $x = \lg(r/R)$ — логарифм отношения расстояния по лучу.

18.02-01.509 Новые технологии автоматизированного учета жидкостей на основе ультразвуковых уровнемеров нового поколения. Москаленко А.С., Левичев С.И. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 142-144. Рус.

Обеспечение высоких (так называемых «коммерческих») точностей учета жидких продуктов (не хуже 0.3–0.5% от измеряемой величины) при одновременном удовлетворении требований к экологической безопасности, особенно при работе с агрессивными жидкостями, жидкостями, находящимися под давлением, пожароопасными жидкостями, стало одним из важнейших условий при создании измерительных комплексов и систем автоматизированного учета жидкостей. Традиционные ультразвуковые уровнемеры, обеспечивающие измерение уровня жидкости через газо-воздушную среду, не отвечают в полной мере ни одному из вышеназванных условий. Действительно, условия размещения акустических преобразователей на резервуарах зачастую ограничивают размер мерной базы, обеспечивающей измерение скорости звука в газо-воздушной среде, величиной менее 1 м (расстояние от верхнего уровня жидкости до преобразователя). Кроме того неоднородность условий распространения звука в газо-воздушной среде по вертикали при изменениях температурного режима и уровня жидкости при сливе-наливе приводят к существенному отличию измеренной скорости звука на мерной базе от истинной скорости в среде. Так при измерении уровня нефтепродуктов нами зафиксировано отличие в скоростях звука от 320 м/сек (на мерной базе) до 280 м/сек (в слоях, близких к поверхности нефтепродуктов), что приводит к погрешностям измерения, более чем на порядок отличающимся от декларируемых в документации и не отвечающим требованиям коммерческого учета. Эти обстоятельства резко уменьшили область практического применения ультразвуковых уровнемеров данного типа. Разрешить вышеназванные противоречия позволило создание разработанных в Украине в 1998 г. Научно-производственным Центром «Виатех» ультразвуковых уровнемеров, принципиальным отличием которых была внешняя по отношению к резервуару фиксация двух преобразователей, один из которых обеспечивал измерение скорости звука в жидкости сквозь боковую стенку резервуара по отраженному от противоположной стенки эхосигналу, а второй измерял уровень жидкости сквозь донную стенку по эхосигналу, отраженному от границы раздела жидкость—газовоздушная среда. Пределы допустимой погрешности уровнемеров, оснащенных датчиками с внешним креплением — ± 3 мм (в диапазоне измеряемых уровней до 2 м) и -0.15% в осталь-

ном диапазоне. При этом декларируемая точность измерения обеспечивается во всем диапазоне изменяющихся условий эксплуатации, благодаря наличию автонастройки параметров, а также наличию на практике большой мерной базы, на которой проводится измерение скорости звука.

18.02-01.510 Применение метода акустической эмиссии в промышленности. Яременко М.А., Обсиенко М.А., Харченко Л.Ф. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 287-292. Рус.

В данной работе рассматривается применение акустико-эмиссионного (АЭ) метода с использованием системы технической диагностики «ЕМА-2», разработанной в Институте электросварки им. Е.О. Патона совместно с фирмой «Видеотон» (Венгрия), для контроля промышленных объектов. В частности, проанализированы результаты обследования продуктового трубопровода змеевика печи каталитического крекинга нефти методом АЭ и другими методами неразрушающего контроля. Проведено сравнение полученных данных. Показана высокая эффективность метода АЭ контроля.

18.02-01.511 Методология акустического контроля многофазных гетерогенных материалов. Безьямный Ю.Г. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 50-55. Рус.

Рассмотрена методология использования акустических неразрушающих методов для решения задач контроля физико-механических свойств, структуры и дефектности многофазных гетерогенных материалов. Выделены узловые моменты при разработке и для эффективного использования акустических методов при решении указанных задач. Рассмотрены особенности двух групп из выделенных узловых моментов применительно к контролю многофазных гетерогенных материалов: анализ особенностей материала и выявление численной связи акустических характеристик материала с его искомым свойством.

18.02-01.512 Акустический контроль алмазных композитов с металлической матрицей. Безьямный Ю.Г., Истомина Т.А., Касимов М.А. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 56-61. Рус.

Рассмотрена возможность определения качества межчастичных контактов наполнителя и металлической матрицы в алмазных композитах посредством измерения коэффициента затухания и (или) скорости распространения упругой волны.

18.02-01.513 Акустический контроль волокнистых материалов. Безьямный Ю.Г., Козирацкий Е.А. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 62-67. Рус.

В соответствии с различными механическими моделями (Бальшина, Скорохода, Макензи, композиционной, перколяционной) проведено математическое моделирование функциональной зависимости эффективной скорости распространения продольной упругой волны в волокнистом композите от свойств исходных компонентов, пористости, количества межчастичных контактов. Результаты моделирования сопоставлены с экспериментальными данными. Сделаны выводы об эффективности использования каждой модели и их возможностях для прогнозирования и контроля свойств волокнистых композитов.

18.02-01.514 Акустический контроль порошкового железа. Безьямный Ю.Г., Куцевский А.Е., Мешкова Г.А. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 68-73. Рус.

На основании анализа особенностей технологии формирования порошкового железа и его акустического отображения посредством функциональных и стохастических зависимостей скорости распространения и коэффициента затухания продольной упругой волны от пористости подтверждено явление нерегулярности процесса уплотнения гетерогенного порошкового железа и показана возможность использования скорости распространения упругих волн для экспресс-контроля состояния ма-

териала при его формировании.

18.02-01.515 Учет особенностей городских теплосетей при поиске утечек. *Безпрозванный А.А., Владимирский А.А., Владимирский И.А., Семенюк Д.Н. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 74-77. Рус.

В связи с ухудшением технического состояния трубопроводов тепловых сетей в городах Украины из-за длительной их эксплуатации, отсутствии возможности проведения широкомасштабных плановых переключений трубопроводов и большой стоимостью земляных работ, все более актуальным становится решение задачи оперативного и точного определения мест утечек. В настоящее время при поиске утечек в трубопроводах городского теплоснабжения широко применяются корреляционные и акустические течеискатели. Кратко описываются используемые течеискатели. Отмечается, что в ходе продолжительной работы по поиску утечек акустическим течеискателем оператор обычно испытывает сильную акустическую нагрузку на слуховой аппарат. Для снижения этой нагрузки акустический течеискатель А-10 имеет постоянно включенную функцию защиты слуха оператора.

18.02-01.516 Определение координат развивающихся дефектов на цилиндрических поверхностях. *Недосека А.Я., Яременко М.А., Овсиенко М.А., Харченко Л.Ф. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 249-254. Рус.

Рассматривается вариант определения координат развивающихся дефектов на цилиндрических поверхностях с использованием приближенных формул, что позволяет при проведении акустико-эмиссионного (АЭ) контроля трубно-оболочечных конструкций в условиях производства определять источники АЭ с удовлетворительной точностью.

18.02-01.517 Акустико-эмиссионный контроль в процессе высокочастотных испытаний материалов. *Безмяный Ю.Г., Галаненко Д.В. КОНСОНАНС-2007. Акустический симпозиум (25–27 сентября 2007 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2007, с. 20-25. Рус.

Проведена экспериментальная оценка возможностей использования метода акустической эмиссии для контроля процесса накопления усталостных повреждений при высокочастотном деформировании материала. В качестве объекта исследований выбраны материалы, имеющие различный характер усталостного разрушения: пластичная сталь и хрупкая керамика. В результате показано, что метод акустической эмиссии может быть использован для контроля за процессом накопления усталостных повреждений при высокочастотном нагружении материалов начиная со стадии непосредственно предшествующей появлению макротрещины в материале. Даны рекомендации по повышению помехоустойчивости метода с целью перспектив его использования на более ранних стадиях накопления усталостных повреждений.

18.02-01.518 Акустический мониторинг неоднородностей среды и точность восстановления аномалии поля. *Возушев В.К., Замаренова Л.Н., Скипа М.И. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября–01 октября 2009 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 89-95. Рус.

The questions of the difference of anomaly and non-anomaly rays in conditions of different inhomogeneities and the difference of signal travel times of this rays, accuracy of inhomogeneity sound velocity field reconstruction on base of non-anomaly rays by acoustic ray sounding are considered.

18.02-01.519 Возбуждение радиально распространяющихся волн Лэмба линейными и точечными пульсирующими источниками. *Петрищев О.Н., Трушко Н.С. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября–01 октября 2009 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 273-279. Рус.

Среди достаточно большого перечня методов неразрушающего контроля материалов в последнее время становится все бо-

лее актуальным и все более востребованным метод акустической эмиссии. Различные аспекты теории и практики метода акустической эмиссии системно изложены в монографии Недосеки А.Я. Основы расчета и диагностики сварных конструкций. Киев. Индпром. 2008, 816 с. Автор пишет: «Полученные результаты показывают, что с помощью метода акустической эмиссии можно измерять уровень напряжений (деформаций) материала конструкции, обнаруживать различные дефекты и определять их координаты, оценивать степень опасности дефектов, а также решать другие задачи при оценке состояния конструкций и сооружений. Однако эти методы не нашли пока широкого практического применения. Объясняется это их относительной новизной, наличием ряда нерешенных еще вопросов теории и практики ...» (стр. 514, второй абзац сверху). К перечню нерешенных вопросов теории метода акустической эмиссии относится вопрос о том, как доставляется энергия источника шума акустической эмиссии в точку наблюдения, где располагается регистрирующий ультразвуковые волны электроакустический преобразователь. Особенностью постановки и исследования данного вопроса является тот известный факт, что в области высоких частот (коротких волн) в пластинах и стержнях существует несколько (иногда несколько десятков) распространяющихся нормальных волн, каждая из которых имеет свой определенный вес в энергетическом балансе динамического напряженно-деформированного состояния объекта. При этом далеко не каждая нормальная волна может быть эффективно зарегистрирована преобразователем, который находится на поверхности твердого тела. В настоящей работе сделан первый шаг в направлении исследования особенностей волнового распространения сигналов акустической эмиссии и формулировки ответа на вопрос, как доставляется энергия источника акустической эмиссии в точку наблюдения.

18.02-01.520 Обобщение пружинных граничных условий для полосовых микротрещин различного размера и для плоских трехмерных микротрещин. *Голуб М.В., Дорошенко О.В. КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1–2 октября 2013 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 89-94. Рус.

Динамическое поведение поврежденной зоны описывают путем введения распределения микротрещин или замены поврежденной зоны другими эффективными средами, а также путем введения специальных граничных условий. В настоящей работе производится обобщение подходов Баика—Томпсона и Бострёма—Викхема, использующих пружинные граничные условия для описания поврежденных интерфейсов в случае полосовых трещин различных размеров и для трехмерного случая. Показывается, что в частном случае одинаковых дефектов полученные соотношения совпадают с известными результатами, но являются более общими и точными. Кроме того, выводятся пружинные граничные условия для трехмерных интерфейсных трещин в изотропном случае.

18.02-01.521 Автоматизированная система обработки и анализа анизотропии звуковых скоростей упругих волн и акустическая эмиссия при изучении трещиноватости. *Онанко А.П., Андрущенко В.О., Продайвода Г.Т., Онанко Ю.А. КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1–2 октября 2013 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 218-223. Рус.

18.02-01.522 Конструктивные модели акустико-эмиссионных сигналов. *Красильников А.И. КОНСОНАНС-2015. Акустический симпозиум (29–30 сентября 2015 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2015, с. 110-115. Рус.

При диагностировании различных технических объектов в процессе их эксплуатации важную роль играют акустико-эмиссионные системы диагностики, основанные на измерении и анализе вероятностных характеристик сигналов акустической эмиссии. Информативность вероятностных характеристик акустико-эмиссионных сигналов базируется на их математических моделях и определяет состав диагностических параметров, от которых зависит чувствительность и достоверность средств технического диагностирования. Математические модели акустико-эмиссионных сигналов должны удовлетворять двум основным требованиям. Во-первых, они должны отра-

жать наиболее существенные стороны исследуемых физических процессов. Во-вторых, для практического применения модели необходим хорошо разработанный математический аппарат ее исследования, позволяющий находить различные вероятностные характеристики сигналов акустической эмиссии. С физической точки зрения различают непрерывную акустическую эмиссию, которая появляется в объекте контроля вследствие пластической деформации, и дискретную эмиссию, которая на первом этапе является результатом возникновения микротрещин в отдельных точках материала объекта, а на втором — образованием и развитием в некоторых локальных областях более крупных трещин. Следует отметить, однако, что применяемые в настоящее время математические модели акустико-эмиссионных сигналов, во-первых, недостаточно обоснованы, во-вторых, как правило, не отражают факт одновременного протекания процессов непрерывной и дискретной акустической эмиссии и, наконец, обычно не учитывают нестационарный характер образования и развития трещин. Целью данной работы является систематизация конструктивных моделей акустико-эмиссионных сигналов, базирующихся на физике их возникновения. Рассмотрена модель формирования акустико-эмиссионных сигналов. Обоснована целесообразность описания сигналов непрерывной и дискретной акустической эмиссии моделями пуассоновских импульсных процессов, которые отражают физику возникновения этих сигналов. Использование вероятностных характеристик пуассоновских импульсных процессов в качестве диагностических параметров может расширить возможности акустико-эмиссионных систем диагностики.

18.02-01.523 Автоматизированная система KERN-DR обработки данных ультразвуковых измерений анизотропии и акустической эмиссии. *Онанко А.П., Андрущенко В.О., Продайвода Г.Т., Онанко Ю.А., Шабатура А.В., Хоменко Р.В., Попов С.А., Онищенко А.М. КОНСОНАНС-2015. Акустический симпозиум (29–30 сентября 2015 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2015, с. 164-170. Рус.

18.02-01.524 Экспериментальное исследование закономерностей накопления повреждений в композиционных материалах с использованием системы регистрации сигналов акустической эмиссии при квазистатических и циклических воздействиях. *Зубова Е.М. Аэрокосмическая техника, высокие технологии и инновации.* 2017, № 1, с. 96-100. Рус.

Работа посвящена экспериментальному изучению процессов накопления повреждений в композиционных материалах при квазистатических и циклических видах нагружения на основе совместного использования современных испытательных систем и метода регистрации сигналов акустической эмиссии. Рассмотрены методические вопросы, связанные с применением аппаратуры для регистрации сигналов акустической эмиссии. Получены новые опытные данные, описывающие процессы, происходящие в материалах, под действием нагрузок, выявлена стадийность накопления повреждений, на каждой стадии отмечается преобладание различных механизмов повреждения, о чем можно судить по распределению параметров сигналов акустической эмиссии.

18.02-01.525 Виброакустический контроль изнашивания образцов цилиндрических пар трения. *Ефремов Л.В., Тихалов А.В. Известия высших учебных заведений. Приборостроение.* 2018. 61, № 2, с. 106-111. Рус.

Рассмотрена задача определения времени приработки узла трения «вал-вкладыш подшипника скольжения» в зависимости от показателя виброускорения низкой, средней и высокой частот трехдиапазонного спектра, полученных при помощи виброметра СМ-21. В результате ряда опытов на машине трения удалось установить зависимость между временем приработки узла трения и виброакустической составляющей. Предложен способ прогнозирования периода приработки цилиндрической пары трения путем контроля виброакустической составляющей с учетом ее износа.

18.02-01.526 Применение ультразвуковой диагностики для оценки трещиностойкости стали 38ХНЗМФА. *Воробьев Р.А., Евстифеева В.В., Литов-*

ченко В.Н., Мишакин В.В., Дубинский В.Н. Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2018. 84, № 2, с. 64-69. Рус.

Представлена перспективная методика неразрушающего контроля критического коэффициента интенсивности напряжений (K_{1c}) для конструкционной марки стали 38ХНЗМФА после различных режимов термической обработки. Метод основан на ультразвуковом сканировании и механических испытаниях термоупрочненных образцов из стали 38ХНЗМФА после закалки от 850°С и отпуска в широком интервале температур — 200, 400, 500, 580, 620°С. Получены новые корреляционные зависимости между скоростью продольных и поперечных упругих волн и механическими свойствами стали, включая значения критического коэффициента интенсивности напряжений конструкций. Предложенная модель, объясняющая изменение акустических характеристик стали 38ХНЗМФА на основе фазовых изменений, протекающих в структуре во время отпуска, позволит проводить подобные исследования для других режимов термической обработки и других марок сталей. В предложенном методе коэффициент K_{1c} определяется без разрушения целостности конструкций. При этом отклонение расчетных значений критического коэффициента интенсивности напряжений, полученных по данным акустических измерений, от экспериментальных данных не превышает 7,5%. Представленный метод существенно снижает временные затраты, а также трудозатраты по определению механических характеристик на образцах и готовых изделиях из стали 38ХНЗМФА, поскольку исключает изготовление образцов и проведение испытаний. Разработанная методика может быть предложена для внедрения в производство как основная или дополнительная для оценки механических параметров материала после различных режимов термической обработки.

18.02-01.527 Ультразвуковой акустический контроль с идентификацией дефектов изделий из полимерных композиционных материалов. *Рыков А.Н. Контроль. Диагностика.* 2018, № 2, с. 48-58. Рус.

Рассмотрена возможность использования автоматизированного ультразвукового контроля цилиндрических изделий из полимерных композитных материалов (ПКМ), изготовленных методом намотки, позволяющего обнаруживать дефекты на основе безталонной настройки порогового значения сигнала, идентифицировать дефекты по глубине залегания на основе анализа их формы и оценивать стабильность технологии изготовления изделий по результатам контроля. Приведены результаты экспериментальных исследований различных способов обработки информативного сигнала контролируемых изделий из ПКМ.

18.02-01.528 Об особенностях излучения и приема сигнала наклонным преобразователем при ультразвуковом контроле среды через трансверсально-изотропный упругий слой. *Данилов В.Н. Контроль. Диагностика.* 2018, № 3, с. 4-14. Рус.

На основе модели расчета смещения квазипоперечной волны, излучаемой наклонным преобразователем в анизотропную среду, получена формула смещения поперечной волны, возбуждаемой через трансверсально-изотропный (ТИ) слой. Численные расчеты показали, что с ростом анизотропии максимум диаграмм направленности пьезопластины преобразователя в зависимости от угла направления на точку ввода смещается в сторону значений этого угла, меньших номинального угла ввода. Такое смещение зависит как от величины анизотропии материала слоя и его толщины, так и от значения угла ввода преобразователя. Показано, что углы распространения упругой волны в среде, ТИ-слое и призме преобразователя в режиме приема аналогичны соответствующим углам при излучении.

См. также 18.02-01.140, 18.02-01.177, 18.02-01.272

Акустические методы обработки материалов и изделий

18.02-01.529 Влияние облучения, ультразвука, изменения дефектной наноструктуры на релаксационные процессы и автоматизированная система анали-

за акустической анизотропии. *Онанко А.П., Андрущенко В.О., Продайвода Г.Т., Онанко Ю.А. КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1–2 октября 2013 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 224–229. Рус.

Разработаны программа и алгоритм, которые позволяют в автоматизированном режиме проводить анализ параметров анизотропии упругих волн.

18.02-01.530 Поверхностное пластическое деформирование с наложением ультразвуковых колебаний и колебаний низкой частоты. *Железков О.С., Платов С.И., Дьяков П.А. Международная научная конференция "Техническая акустика: разработки, проблемы, перспективы. Витебск, 26–29 сентября 2016 г.* Витебск: Витебский государственный технологический ун-т. 2016, с. 11–12. Рус.

18.02-01.531 Моделирование воздействия ультразвуковых колебаний на структуру неравновесных границ зерен. *Назаров А.А. Международная научная конференция "Техническая акустика: разработки, проблемы, перспективы. Витебск, 26–29 сентября 2016 г.* Витебск: Витебский государственный технологический ун-т. 2016, с. 63–65. Рус.

18.02-01.532 Повышение механических свойств меди путем ультразвуковойковки. *Царенко Ю.В., Рубаник В.В., Бобров В.П., Назаров А.А., Самигуллина А.А. Международная научная конференция "Техническая акустика: разработки, проблемы, перспективы. Витебск, 26–29 сентября 2016 г.* Витебск: Витебский государственный технологический ун-т. 2016, с. 209–211. Рус.

См. также **18.02-01.274**

Акустические технологии в промышленности

18.02-01.533 Термические процессы при ультразвуковой сварке слоистых композитов. *Сенченков И.К., Червинко О.П., Нестеренко Н.П. КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1–3 октября 2003 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003, с. 223–228. Рус.

В рамках связанной задачи термовязкоупругости проведено численное моделирование ультразвукового разогрева слоистых металлопластиковых призматических тел. Изучено влияние армирования и контактных условий на кинетику виброразогрева композита.

18.02-01.534 Особенности разработки устройств распыления жидкости в слое. *Алексюнин Е.С., Панич А.А., Панич Е.А. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я международная конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова, сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 223–227. Рус.*

Рассматриваются вопросы проектирования ультразвуковых устройств для распыления жидких сред, применяемых в различных химических технологиях, таких как микрообработка жидкостями. Современные технологические процессы требуют распыления жидкостей с минимально возможной дисперсностью капель и монохроматичностью состава. Эти показатели достигаются за счёт особой технологии при проектировании таких распылительных систем. В представленном обзоре охарактеризованы основные наиболее эффективные подходы к проектированию подобных устройств. Кратко представлен теоретический анализ механизмов каплеобразования. В работе приводятся примеры математического моделирования и анализируются способы создания наиболее эффективных с точки зрения последующей эксплуатации конструкций.

18.02-01.535 Акустическая пропитка древесины. *Легуша Ф.Ф., Павловский А.С., Пугачев С.И., Рытов Е.Ю., Семенова Н.Г. Морские интеллектуальные технологии. 2017. 3, № 4, с. 55–64. Рус.*

Объект исследования — процесс пропитки древесины различных пород воздействием акустических колебаний ультразвуковой частоты. Цель работы — интенсификация процесса пропитки. Образцы из уплотненной и неуплотненной березы, а также из неуплотненной осины, пропитывались иммерсионным способом, а также по схеме тонкого слоя. Пропитывающим составом

служил антипирен марки «Тент» на водной основе. Эксперименты показали, что акустические колебания ускоряют процесс пропитки и увеличивают массу пропитываемого состава, закрепляющуюся на поверхности древесины. Приведен анализ особенностей акустической пропитки, реализуемой иммерсионным способом и по схеме тонкого слоя. Для показавшей себя наиболее эффективной схемы тонкого слоя представлены рекомендации по выбору толщины слоя, а также взаимного расположения направления пропитки и колебательных смещений инстумента. Показано, что использование схемы тонкого слоя позволило осуществить качественную пропитку образцов из уплотненной березы.

18.02-01.536 Исследование процесса ультразвуковой микросварки токовыводящих контактов с фотопреобразователями космического назначения. *Садковский В.П., Тарасов В.И., Слабиков Б.А., Садковская Н.Е., Крицкий С.П. Научно-технические технологии. 2018. 19, № 1, с. 22–26. Рус.*

Показано влияние ультразвуковой сварки на процесс сборки серебряных токовыводящих контактов (шин) к серебряным контактными площадкам фотопреобразователей (ФП) космического назначения из кремния и арсенида галлия. Описан процесс оценки качества сварного соединения. Сделаны выводы о качестве соединения шин из серебряной фольги 0,03 мм с серебряным покрытием ФП из кремния и арсенида галлия.

18.02-01.537 Разработка технологии ультразвуковой сварки разнородных пластмасс. *Волков С.С., Бигус Г.А., Ремизов А.Л. Вестник машиностроения. 2018, № 1, с. 72–76. Рус.*

Рассматривается ультразвуковая сварка разнородных пластмасс, основанная на диффузии молекул на свариваемых поверхностях полимеров при температурах, соответствующих их вязкопластическому состоянию. Установлено, что одним из критериев свариваемости разнородных термопластов является совместимость их акустических свойств, оцениваемая плотностью и вязкостью расплавов.

Акустический мониторинг технологических процессов

18.02-01.538 Акустический контроль состояния порошкового материала в процессе его изготовления. *Безимянный Ю.Г., Ваглюк Г.А., Эвко И.Г., Хоменко А.И., Колесников А.М. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября–01 октября 2009 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 55–60. Рус.

18.02-01.539 Исследование поведения акустической эмиссии при катодном наводороживании циркониевого сплава Э125. *Бурнышев И.Н., Каможный Д.Г., Фукалов В.А. Химическая физика и мезоскопия. 2017. 19, № 4, с. 610–618. Рус.*

Проведены исследования акустической эмиссии циркониевого сплава Э125 в процессе катодного наводороживания. Изучено влияние плотности катодного тока на интенсивность акустической эмиссии. Установлено, что вид зависимости акустической эмиссии от времени наводороживания определяется уровнем дискриминации сигналов акустической эмиссии. Проанализированы причины изменения акустической активности при катодном наводороживании сплава.

Акустические стандарты

18.02-01.540 О параметрах и стандартах в электроакустике. *Гайдаров А. Радио. 2018, № 2, с. 14–18. Рус.*

Автор, бывший во времена СССР одним из активных разработчиков и организаторов исследований и производства новых моделей электроакустической аппаратуры, делится воспоминаниями о фактах и парадоксах отечественной промышленности времён СССР, разрабатывавшей и выпускавшей аппаратуру звуковоспроизведения, в частности, акустические системы.

18.02-01.541 О параметрах и стандартах в электроакустике. *Гайдаров А. Радио. 2018, № 3, с. 11–15. Рус.*

Окончание. Начало см. в «Радио», 2018, № 2.

Акустика в медицинской практике

Ультразвук в медицинской диагностике. Сонография (УЗИ)

18.02-01.542 Акустическая спектроскопия в белковых растворах: человеческий сывороточный альбумин. Acoustic spectroscopy in protein solutions: human serum albumin. *Hushcha T., Kaatz U., Peytcheva A. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 171-176. Англ.

This report presents the broadband acoustic study of aqueous solutions of human serum albumin (HSA), the most abundant protein in the circulatory system. Complicated attenuation spectra indicating the presence of relaxation processes in the whole frequency range extending from 200 kHz to 2 GHz have been found. Different relaxation functions were applied to analytically represent the spectra. Most consistent for the whole dataset at different pH, temperatures and concentrations was the function, consisting of the asymptotic high frequency attenuation and three relaxation contributions. The first of those located at 300 kHz was attributed to cooperative segmental motions of the protein chain. The second one found in the range of 1–5 MHz seems to be due to proton transfer reactions of the protein side-chain groups. And the third one with a maximum disposed between about 400 MHz and 4 GHz was interpreted in terms of solute-solvent interactions reflecting various hydration layers of HSA molecules.

18.02-01.543 Повышение эффективности измерений параметров кровотока в ультразвуковых доплеровских системах. *Продус А.Н., Луцик У.В., Найда С.А. КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27–29 сентября 2005 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005, с. 273-278. Рус.

The brief comparative analysis of measurement, by traditional and new ways, of blood flow parameters is made. Among them are volume of blood flowing through a vessel and blood-flow Stewart, Gosling and Pourselot indices. The set of algorithms and computing programs for the appropriate experimental medical-engineering researches is offered.

18.02-01.544 Помехи электронных средств аускультации. *Вовк И.В., Макаренко А.А. КОНСОНАНС-2007. Акустический симпозиум (25–27 сентября 2007 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2007, с. 40-46. Рус.

Рассмотрены помехи, возникающие при регистрации дыхательных шумов электронными средствами аускультации, произведена экспериментальная оценка их спектральных уровней. Определены основные помехи, оказывающие существенное влияние на полезный сигнал.

18.02-01.545 Сравнение эффективности электроакустических сенсоров, используемых при аускультации. *Гринченко В.Т., Макаренко А.А. КОНСОНАНС-2007. Акустический симпозиум (25–27 сентября 2007 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2007, с. 74-79. Рус.

Выполнен анализ параметров, определяющих процессы перехода звука из биотканей тела на контактную поверхность электроакустических датчиков. Звуковое давление и колебательная скорость при переходе звука зависят от соотношения волновых сопротивлений сред. При выборе типа электроакустического датчика для устройств электронной аускультации человека (микрофона или акселерометра) необходимо учитывать это соотношение. Проанализированы характеристики электроакустических датчиков, применяемых в настоящее время в устройствах электронной аускультации звуков дыхания. Рассмотрены конструкция, методы градуировки, и акустические характеристики контактных микрофонов и акселерометров, разработанных авторами, которые используются в фоносонографических комплексах "КоРА". Проведено сравнение их эффективности.

18.02-01.546 Исследование эффективности электроакустических преобразователей электронных стетофонендоскопов. *Артемов А.М., Макаренко А.П., Ма-*

каренкова А.А. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября–01 октября 2009 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 48-54. Рус.

The results of experimental researches of descriptions of receiving electro-acoustic transformers of electronic stethophonendoscope are resulted: contact piezoceramic rod microphone, special microphonic sensor with an air-chamber and highly sensitive accelerometer flexurally-deformation type. It is set that the most effective acoustic transformers are piezoceramic contact microphone and accelerometer. The sources of hindrances of transformers are analysed in the process of auscultation, perspective of application of electronic stethophonendoscope is marked.

18.02-01.547 Особенности звуков дыхания у больных хроническими обструктивными заболеваниями легких. *Макаренкова А.А., Ермакова О.В. КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября–01 октября 2009 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009, с. 252-254. Рус.

18.02-01.548 Об одном методе оценки акустических свойств трахеи и главных бронхов человека. *Басовский В.Г. КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1–2 октября 2013 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 20-25. Рус.

На основе метода частных областей и теории изгибных колебаний круговых стержней представлен метод оценки акустических свойств трахеи и главных бронхов человека с учетом колебаний хрящей в составе их стенок.

18.02-01.549 Спектральные характеристики стандартизованных по потоку основных дыхательных шумов. *Коренбаум В.И., Маличина Е.В., Сафронова М.А., Кулаков Ю.В. КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1–2 октября 2013 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 126-131. Рус.

Объективизация основных дыхательных шумов (ОДШ), регистрируемых на поверхности грудной клетки, важна для оценки состояния дыхательной системы человека. Измерения объективных характеристик ОДШ вдоха, представляющих основную компоненту так называемых везикулярных звуков, производились многими исследователями. Однако при этом использовались акустические датчики разных типов, обладающие своими частотными особенностями, и различные методы обработки акустических сигналов и оценки их параметров, что затрудняет сравнение полученных. В результате, имеющиеся к настоящему времени данные не полны и противоречивы. Цель настоящей работы — уточнение объективных характеристик ОДШ вдоха у здоровых лиц при наиболее близком к используемому при традиционной аускультации легких целевом потоке 1 л/с. Выполнены записи стандартизованных по потоку основных дыхательных шумов здорового человека. Предложен способ оценки спектральных характеристик шумов вдоха. Анализируются особенности этих характеристик у здоровых лиц.

18.02-01.550 О возможности дальнометрии источников свистов при интенсивметрической обработке сигналов, зарегистрированных на поверхности грудной клетки человека. *Коренбаум В.И., Тагильцев А.А., Горовой С.В., Власов Д.И., Ширяев А.Д. КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1–2 октября 2013 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 138-143. Рус.

Предложен и апробирован способ интенсивметрической дальнометрии источников свистов в легких человека с поверхности грудной клетки. Разработаны математические модели для точечных источников в виде монополя, диполя и поперечного квадруполь, излучающих в ткани легких. Обсуждаются возможности и ограничения способа.

18.02-01.551 Об автоматическом детектировании фаз вдоха/выдоха дыхательного цикла по частотным спектральным свойствам дыхательных звуков.

On automatic detecting of the inspiration/expiration phases of respiratory cycle by time-frequency spectral properties of breath sounds. *Makarenkova A.A., Oliynik V.N., Nabiev R. КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1–2 октября 2013 г.)* Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013, с. 194-199. Англ.

A technique for automatic detection of inspiration, expiration and respiratory pause is algorithmically implemented by tracing of intervals corresponding to the minima of the respiratory sound acoustic intensity in frequency band typical for a vesicular breathing. An approbation of the method on respiratory signals corresponding to the different types of breathing and receiving devices confirms high effectiveness of the proposed approach.

18.02-01.552 Многоканальный дерматоскоп для мультиспектрального анализа при скрининге кожных покровов. *Коновалов С.Г. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 271-274. Рус.*

Работа посвящена разработке многоканального цифрового дерматоскопа. Такой прибор, помимо проведения классической дерматоскопии, позволяет получить изображения поверх-

ностного распределения хромофоров кожи, аномальное качественное изменение концентрации которых может служить диагностическим признаком злокачественного новообразования. В устройстве установлено несколько видов светодиодной подсветки для неполяризованного, поляризованного и флуоресцентного режимов работы. Белая неполяризованная подсветка обеспечивает визуализацию поверхности кожи, в то время как поляризованная подсветка позволяет отфильтровать зеркально отраженную компоненту света для оценки более глубоких слоев кожи. Узкополосные подсветки видимого диапазона (синяя, зеленая и красная) позволяют оценить распределения концентраций оксигемоглобина, дезоксигемоглобина и меланина. Автофлуоресцентный режим позволяет визуализировать основные хромофоры кожи в УФ диапазоне. Представленная программа проводит необходимую пост-обработку дерматоскопических изображений. Первичная обработка заключается в оптимальном вычитании постоянного шума сенсора камеры, после чего проводится цветокоррекция и преобразование гистограммы, что позволяет получить максимально контрастные изображения, что необходимо как для достижения «приятного» взгляду изображения для работы врача с устройством, так и в качестве подготовки данных для дальнейшего автоматического анализа.

См. также **18.02-01.131, 18.02-01.132, 18.02-01.141, 18.02-01.480, 18.02-01.482, 18.02-01.484, 18.02-01.490, 18.02-01.492, 18.02-01.500, 18.02-01.503**

Физика

18.02-01.553 Полностью консервативные алгоритмы расчета клистронов миллиметрового диапазона. *Боголюбов А.Н., Быков А.А., Свешников А.Г. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 9-я междунар. конф. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2016, с. 20-24. Рус.*

18.02-01.554 Математическое моделирование волнораспространяющих систем на основе фотонных кристаллов. *Боголюбов А.Н., Дементьева Ю.С. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 9-я междунар. конф. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2016, с. 35-38. Рус.*

18.02-01.555 Моделирование изотропного поля радиопомех декаметрового диапазона. *Жариков-Горский В.А., Орошук И.М., Сучков А.Н. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 9-я междунар. конф. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2016, с. 39-43. Рус.*

18.02-01.556 Метод выделения особенности решения уравнения Пуассона в области с металлодиэлектрическими углами. *Светкин М.И. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 9-я междунар. конф. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2016, с. 44-47. Рус.*

18.02-01.557 Использование электромагнитных полей гибридных типов волн в П-волноводе для определения диэлектрической проницаемости материалов. *Донченко А.В., Заргано Г.Ф. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 9-я междунар. конф. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2016, с. 69-72. Рус.*

18.02-01.558 Особенности реализации сверхширокополосного ЛЧМ сигнала в радиолокации и радиолиниях связи. *Амозов Е.В., Битаев Е.С., Дударев А.А., Зайцев А.В., Кичулкин Д.А., Красавцев О.О., Царегородцев Е.Л. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 9-я междунар. конф. Тр.*

РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2016, с. 89-96. Рус.

18.02-01.559 Ускорение сходимости радиолокационных измерений ЭПР объектов со сложным профилем методом Монте-Карло при использовании сверхузких диаграмм направленности. *Абажумова А.Ю., Горбунцов Ю.Н. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 9-я междунар. конф. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2016, с. 97-100. Рус.*

18.02-01.560 Новые понятия и определения в обработке сверхширокополосных пространственно-временных сигналов. *Волосюк В.К., Кравченко В.Ф., Павликов В.В. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 9-я междунар. конф. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2016, с. 100-107. Рус.*

18.02-01.561 Оценки радиояркости изображений протяженных источников некогерентного сверхширокополосного радиоизлучения. *Волосюк В.К., Павликов В.В., Тимощук Е.Н. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 9-я междунар. конф. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2016, с. 108-114. Рус.*

18.02-01.562 Спектральный метод заполнения области пространственно-временной чувствительности в системах апертурного синтеза. *Ван Кюем Нгуен, Павликов В.В., Тимощук Е.Н. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 9-я междунар. конф. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2016, с. 115-119. Рус.*

18.02-01.563 Атомарные функции и вейвлеты в современных проблемах радиофизики. *Кравченко В.Ф., Пустовойт В.И., Чуриков Д.В. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 4-я международная конференция, 20–22 сентября 2011 г. М.: РНТОРЭС. 2011, с. 6-12. Рус.*

Обзорный доклад посвящен 40-летию юбилею теории атомарных функций а также WA-систем функций, построенных на их основе применительно к широкому классу задач радиофизики, антенной техники электродинамики и цифровой обработки сигналов (ЦОС).

18.02-01.564 Случайные и теоретико-числовые распределения частот при излучении пачечных многочастотных сигналов в РЛС типа ММО. *Крючков И.В., Свердлов Б.Г., Чапурский В.В.* *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 4-я международная конференция, 20–22 сентября 2011 г. М.: РНТОРЭС. 2011, с. 27-30. Рус.*

Проанализирован уровень боковых лепестков обобщенной функции неопределенности по пространственным ординатам при нерегулярных перестановках частот от импульса к импульсу между передающими элементами разреженной антенной системы в РЛС типа ММО при излучении пачек моноимпульсных многочастотных сигналов.

18.02-01.565 Разработка широкополосных излучателей для сверхкороткоимпульсных антенных решёток X-диапазона. *Чернышев С.Л., Виленский А.Р.* *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 4-я международная конференция, 20–22 сентября 2011 г. М.: РНТОРЭС. 2011, с. 31-33. Рус.*

18.02-01.566 Математическое моделирование рассеяния электромагнитных волн от открытого конического отражателя во временной области. Mathematical modeling of the electromagnetic waves scattering from an open conical reflector in time domain. *Artjukh A.V., Shimuk Yu.D.* *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 4-я международная конференция, 20–22 сентября 2011 г. М.: РНТОРЭС. 2011, с. 36-39. Англ.*

The rigorously stated model problem of electromagnetic waves scattering in time domain from an open conical reflector is investigated. The solution method is based on the Meler—Fo integral transforms usage. The numerical experiment is made, and the fields distribution dependencies on the time and spatial parameters are studied.

18.02-01.567 Математическая модель широкополосной антенны с возбуждением неоднородных поверхностных свойств. Mathematical model of the wideband antenna with inhomogeneous surface properties excitation. *Shimuk Yu.D., Artjukh A.V.* *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 4-я международная конференция, 20–22 сентября 2011 г. М.: РНТОРЭС. 2011, с. 39-42. Англ.*

In this work the problems of single semitransparent and resistive cones with longitudinal slots excitation by a monochromatic radial dipole are considered. It is shown that the original electromagnetic problems can be reduced to the boundary problems of mathematical physics relatively to the scalar functions. Both numerical and analytical results of the scattering properties investigation for the considered structures are provided.

18.02-01.568 Мультистатическая радиолокация. *Чапурский В.В.* *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 4-я международная конференция, 20–22 сентября 2011 г. М.: РНТОРЭС. 2011, с. 99-102. Рус.*

Теоретически проанализирован метод мультистатических радиолограмм при формировании радионизображений объектов на основе разреженных антенных решеток. Рассмотрена фокусировка радионизображений многоочечных объектов и найдена обобщенная функция неопределенности мультистатической радиолограммы по пространственным координатам.

18.02-01.569 Сравнительный анализ эффективности работы двух методик беспроботборного мониторинга веществ по данным ИК фурье-спектрометрии. *Морозов А.Н., Фуфурин И.Л.* *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 4-я международная конференция, 20–22 сентября 2011 г. М.: РНТОРЭС. 2011, с. 105-108. Рус.*

Two methods of remote sensing on basis of FTIR data is

described. First method required preliminary registration of background spectrum and following analysis will be occurred on basis of background and experimental (with substance on the path) spectra. Second method allows to perform remote sensing on basis of one FTIR spectrum. This method increase range of applications of FTIR systems, but method is new development and estimations of its efficiency is required. Comparative analysis is performed on basis of experimental data collected on static gaz chamber.

18.02-01.570 Алгоритм и программный комплекс для обработки интерференционных картин со статического фурье-спектрометра. *Голяк И.С.* *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 4-я международная конференция, 20–22 сентября 2011 г. М.: РНТОРЭС. 2011, с. 108-110. Рус.*

We propose an algorithm and software suite for processing interferograms obtained with a static Fourier spectrometer. Spectra of secondary radiation from certain compounds are obtained in the visible and near UV spectral ranges upon excitation by different radiation sources. We present and discuss results of experimental data processing.

18.02-01.571 Математическое моделирование отражательной антенной решетки из двоянных щелевых излучателей. *Прилуцкий А.А., Шелелева Е.А.* *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 4-я международная конференция, 20–22 сентября 2011 г. М.: РНТОРЭС. 2011, с. 116-120. Рус.*

Исследуется возможность сканирования отражательной антенной решетки из двоянных щелей излучателей, в которой управление фазой излучателей осуществляется изменением длины щелей в каждом периоде решетки. Построена математическая антенны для наклонного падения электромагнитной волны E- и H-поляризации в приближении бесконечной периодической структуры. Исследованы зависимости модуля и фазы коэффициента отражения при различных длинах щелей излучателя и для разных углов облучения.

18.02-01.572 Анализ физических процессов, происходящих в нелинейном параметрическом генераторе-усилителе (нелинейном резонаторе), работающем в высших зонах неустойчивости электромагнитных колебаний. *Черкесова Л.В., Заиченко А.Н.* *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 4-я международная конференция, 20–22 сентября 2011 г. М.: РНТОРЭС. 2011, с. 174-178. Рус.*

Исследованы физические процессы, происходящие в нелинейном параметрическом зонном генераторе-усилителе электромагнитных колебаний индуктивного типа — в его контуре на качки и резонансом контуре. Найдены аналитические и графические зависимости для основных дифференциальных и динамических характеристик нелинейности подобного преобразователя — динамической индуктивности, её производных по времени, коэффициента затухания, частоты собственных колебаний, динамического коэффициента усиления резонансного контура, мгновенного значения собственной частоты колебаний резонансного контура и других характеристик нелинейной параметрической зонной системы параметрического генератора-усилителя.

18.02-01.573 Анализ функций связи контуров нелинейного резонатора в высших зонах неустойчивости электромагнитных колебаний. *Черкесова Л.В., Заиченко А.Н.* *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 3-я международная конф., 22–24 сент. 2009 г., Суздаль, Россия. М.: Российское научное общество радиотехники, электроники и связи им. А.С. Попова. 2009, с. 178-182. Рус.*

Исследуется нелинейная связь между контурами нелинейного резонатора, определяемая функциями связи, входящими в полученную ранее математическую модель. С помощью моделирующих компьютерных программ установлено поведение нелинейных функций связи, входящих в математические модели — дифференциальные уравнения с периодическими коэффициентами. Проанализировано взаимодействие между контуром накачки и колебаниями резонансного контура системы, происходящими в высших зонах неустойчивости. Выяснено влияние

асимметрии системы на поведение функций связи. Установлено, что чем больше процент асимметрии системы, тем меньше проявляется параметрический механизм обмена энергией внешней силы (накачки) с резонансным контуром.

18.02-01.574 Разработка электродинамических моделей, экспериментально-теоретические исследования микро- и нановолноводных и фокусирующих структур оптического и ультрадлинноволнового рентгеновского диапазона. *Лерер А.М., Мазурицкий М.И., Мазно В.В., Мазно П.В. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 8-12. Рус.*

В основе теоретических исследований как оптических, так и рентгеновских структур — решение волновых уравнений линейной электродинамики. Для теоретических исследований оптических антенн, волноводов и решеток использованы оригинальные строгие электродинамические методы, основанные на решении объемных интегральных уравнений. Для экспресс-анализа наноструктур применены приближенные методы — эффективных диэлектрических проницаемостей, приближенных граничных условий, Кирхгофа. Точность и границы применимости этих методов обоснована как строгими расчетами, так и экспериментами. В исследованиях учитывается, что металлы в оптическом диапазоне имеют свойства плазмы твердого тела. Решение краевых задач в рентгеновском диапазоне упрощается из-за возможности не учитывать поляризацию волн. Представлены экспериментальные и теоретические результаты исследования пространственного распределения интенсивности рентгеновского излучения на выходе микроканальных пластин. Результаты расчета хорошо соответствуют экспериментальным данным, полученным с использованием параллельных пучков монохроматического синхротронного излучения.

18.02-01.575 Новое семейство финитных бесконечно дифференцируемых функций и обобщение теоремы Кравченко—Котельникова. *Будучова К.А. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 26-30. Рус.*

Финитные бесконечно дифференцируемые многопараметрические функции можно получить при рассмотрении бесконечных свёрток сжатых атомарных функций. При этом спектр представляет собой бесконечное произведение растянутых спектров. Базисные функции ряда Кравченко—Котельникова, построенные на основе спектров атомарных функций, можно рассматривать как бесконечные произведения растянутых по аргументу базисных функций ряда Котельникова. Ряд на основе спектров атомарных функций обладает быстрой сходимостью и, по сравнению с рядом Котельникова, менее чувствителен к эффекту усечения. Однако минимальная частота отсчетов, при которой возможно точное восстановление рядом Кравченко—Котельникова, зависит от параметра и всегда является строго больше частоты Найквиста. Аналогичным образом используя бесконечные произведения спектров атомарных функций, можно построить новые формулы точного восстановления функции с финитным спектром по ее отсчетам. Многопараметрические базисные функции нового ряда обладают свойством увеличения скорости убывания на бесконечности с ростом числа параметров. При выборе только одного параметра введенное разложение совпадает с рядом Кравченко—Котельникова. При увеличении числа параметров разложения обладают достоинствами и недостатками ряда Кравченко—Котельникова в более выраженной форме. Увеличение числа параметров и скорости сходимости разложения приводит к увеличению минимальной частоты отсчетов, для которой возможно точное восстановление.

18.02-01.576 Угловое разрешение целей для СКИ радиолокатора с несинфазной антенной решеткой. *Миронов О.С., Сазонов Д.Д. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я*

междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 44-47. Рус.

Приводится метод выделения целей по углу при несинфазном излучении сигнала радиолокатором с импульсной антенной решеткой. Для этого производится прогнозирование пачки импульса под соответствующим углом и последующая корреляционная обработка пришедшего отклика. Достоинством предложенного метода является потенциально достижимая возможность осуществления сканирования пространства всего за один цикл зондирования.

18.02-01.577 Разработка конформной сверхширокополосной антенны Вивальди для бортовых радиолокационных датчиков цели. *Каракулин Ю.В. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 56-59. Рус.*

Рассмотрена методика проектирования конформной сверхширокополосной антенны Вивальди на конической поверхности. Приведена реализация сверхкороткоимпульсного сигнала, предназначенного для излучения данной антенной, длительностью 400 пс и показан его частотный спектр. Представлены основные характеристики плоской антенны Вивальди, рассчитанной в рабочей полосе частот 2–7 ГГц. Показан алгоритм проектирования конформной конической антенны на основании антенны Вивальди плоской конфигурации. Спроектирована и промоделирована конформная антенна Вивальди, получены её основные рабочие характеристики, такие как диаграмма направленности, коэффициент стоячей волны, коэффициент усиления и уровень боковых лепестков в диапазоне частот 2–7 ГГц. Проведено сравнение полученных характеристик конформной антенны с характеристиками плоской антенны Вивальди. В выводах указана возможность реализации конформной антенны Вивальди и сформулированы практические рекомендации по совершенствованию ее характеристик.

18.02-01.578 Фазовая динамика в ансамблях связанных вихревых спин-трансферных осцилляторов. *Каткова О.С., Сафин А.Р., Капранов М.В., Суровяткина Е.Д. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 66-69. Рус.*

Спин-трансферные наноосцилляторы (СТНО) являются магнитными многослойными автогенераторами. Они могут быть хорошими кандидатами на роль перестраиваемых генераторов для нового поколения телекоммуникационных устройств на основе спинтроники, а также микроволновых детекторов и биоинспирированных элементов. Основной их недостаток — это низкий уровень выходной мощности (около 1 нВт). Наилучшим решением является синхронизация ансамблей СТНО, позволяющая складывать мощность в общей нагрузке. Синхронизация единичного СТНО внешним микроволновым током или магнитным полем, а также с помощью цепи фазовой автоподстройки частоты, также применяется для повышения их стабильности. Несмотря на большое количество работ по синхронизации СТНО, многие важные задачи до сих пор не были решены. В частности, задача о синхронизации СТНО является более сложной, чем аналогичная задача для других осцилляторов с предельным циклом (осцилляторов ван дер Поля, Джозефсона), имеющих постоянную стационарную орбиту, которая легко описывается уравнением Адлера. В данной работе исследуется динамика ансамблей вихревых СТНО за счет магнетодипольного взаимодействия. Проведен многомодовый анализ колебаний в ансамбле СТНО с учетом нелинейности и неизохронности. Был рассчитан состав нормальных мод колебаний ансамблей с различной геометрией и записаны укороченные уравнения для медленно меняющихся амплитуд и фаз в нормальных координатах.

18.02-01.579 О резонансном снижении заметности

гофрированных тел. **Боголюбов А.Н., Делицын А.Л., Коняев Д.А., Хлебников Ф.Б.** *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 69-72. Рус.*

Исследовано влияние частого гофра на диаграмму рассеяния протяженного тела. В качестве подобного объекта тел рассмотрены гофрированные цилиндры, граница сечения которых представляет собой модулированную синусоидой окружность. При определенных частотах рассеяние имеет аномальный характер и тело становится мало заметным со стороны падения волны.

18.02-01.580 Сингулярность электромагнитного поля волновода в окрестности ребра металло-диэлектрического клина. **Боголюбов А.Н., Могилевский И.Е.** *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 73-75. Рус.*

Строится асимптотическое представление электромагнитного поля металлического волновода с диэлектрическим заполнением, неоднородным в поперечном сечении, в окрестности ребра металло-диэлектрического клина. Показано, что продольная компонента электрического поля ограничена в окрестности ребра, а ее производная имеет степенную особенность.

18.02-01.581 Электродинамический анализ многослойной нелинейной дифракционной решетки. **Донец И.В., Лерер А.М., Цветковская С.М.** *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 89-92. Рус.*

Была решена краевая задача и проанализирована дифракция электромагнитной волны на многослойной диэлектрической дифракционной решетке содержащей нелинейный материал. Исследовано влияние параметров структуры на усиление нелинейных эффектов. Обнаружено резонансное усиление генерации второй гармоники на решетке из материала с квадратичной нелинейностью.

18.02-01.582 Модернизированные вариационные процедуры для оценки параметров эхо-сигналов в системах пассивной радиолокации в режиме реального времени. **Донец И.В., Рейзенкинд Я.А., Шевченко В.Н.** *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 93-96. Рус.*

Разработаны эффективные с вычислительной точки зрения процедуры оценки параметров эхо-сигналов в системах пассивной радиолокации на основе вариационного метода. Эти процедуры пригодны для обнаружения эхо-сигналов подвижных объектов и оценки их параметров в режиме реального времени при незначительном снижении чувствительности.

18.02-01.583 Сигналы в стохастической и шумовой радиолокации: распределение частотно-временного ресурса. **Горбунов Ю.Н., Абакумова А.Ю.** *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 108-111. Рус.*

Анализируются возможные пути использования частотно-временного и пространственно-частотного ресурса для расширения спектра в стохастических (псевдошумовых) РЛС с СДЦ, в том числе использующих рандомизацию приема и формирования сигналов: хаотизацию условий дискретизации и квантования, перестройку несущей частоты, многочастотный анализ,

вобуляцию периода повторения зондирующих импульсов, использование шумовых несущих и в перспективе — полномасштабного применения шумовой сверхширокополосной радиолокации, реализующей форму тела неопределенности удовлетворяющего требованию круговой симметрии, и — обладающей повышенной скрытностью работы.

18.02-01.584 Методика оценки эффективности радиолоний передачи данных при использовании различных структур кодовых посылок. **Зайцев А.В., Царегородцев Е.Л., Кичулкин Д.А., Красавцев О.О., Дударев А.А., Ефременков С.А.** *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 112-115. Рус.*

Эффективность радиолоний передачи данных определяется как её предназначением, так и техническими характеристиками. Это обусловлено тем, что лучшей радиолонии во всех отношениях не существует. Каждая из них хороша в своём функциональном сегменте. По этой причине и эффективность таких устройств оценивают, исходя из их функционального предназначения. Рассматривается подход к оценке эффективности функционирования радиолоний передачи данных. Предложена методика такой оценки, основанная на расчёте ожидаемой дальности действия радиолонии, обеспечении скрытности её работы и достижении достоверности передачи информации.

18.02-01.585 Энергетическая диаграмма направленности излучения ансамбля сверхширокополосных хаотических передатчиков. **Андреев Ю.В.** *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 120-123. Рус.*

Исследована структура поля излучения ансамбля сверхширокополосных хаотических излучателей. Аналитически получены выражения для энергетических диаграмм направленности отдельных сверхширокополосных хаотических излучателей и для ансамбля таких излучателей с независимыми источниками хаотических сигналов. Получено, что в силу некогерентности полей, создаваемых излучателями ансамбля, суммирование этих полей в пространстве не приводит к появлению дополнительных направленных свойств.

18.02-01.586 Персональная дозиметрия электромагнитного излучения. **Герасимов М.Ю., Дмитриев А.С., Рыжов А.И., Уваров А.В.** *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 124-127. Рус.*

Ставится задача получения статистически значимых данных по уровню фонового электромагнитного излучения вблизи тела человека при использовании им устройств мобильной связи на основе персональных постоянно носимых дозиметров радио и микроволнового излучения. Рассматривается решение поставленной задачи путем создания миниатюрного автономного дозиметра электромагнитного излучения, разработки программного приложения для снятия его показаний, анализа полученных данных и передачи их в облачную базу данных.

18.02-01.587 Активная радиометка на основе сверхширокополосных хаотических радиоимпульсов. **Попов М.Г.** *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 128-131. Рус.*

Рассматривается задача создания активной радиометки на основе сверхширокополосных хаотических радиоимпульсов и программного обеспечения для нее. Представляется структура метки и приводится алгоритм её работы, производится анализ энергопотребления и способностей системы на основе дан-

ной радиометки, даются оценки производительности. Разрабатывается система идентификации, включающая в себя помимо радиометки считыватель и программное обеспечение, позволяющее осуществлять процедуру обработки идентификационной информации. Изготавливаются образцы разработанных устройств и проводятся экспериментальные исследования их характеристик. Анализируются характеристики системы и возможные сценарии использования, показываются возможности дальнейшего развития системы.

18.02-01.588 Ячейка приемника радиосвета. Дмитриев А.С., Ицков В.В., Петросян М.М., Рыжов А.И., Герасимов М.Ю. *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф.* М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 131-134. Рус.

Описан приемник радиосвета на основе логарифмического детектора, который предназначен для отображения в режиме реального времени радиоосвещенности окружающей среды. В качестве модификации по увеличению чувствительности экспериментального устройства использован метод цифровой обработки сигнала, а именно накопление или цифровое суммирование отсчетов АЦП, который оцифровывает аналоговый выход логарифмического детектора, на вычислительных ресурсах встроенного в ячейку микроконтроллера. Проведено математическое моделирование связки “малощумящий усилитель—логарифмический детектор—АЦП” для двух случаев с различной длиной буфера накопления (количеством суммируемых отсчетов АЦП). Приведены результаты экспериментов на реальном устройстве.

18.02-01.589 Исследование электродинамических характеристик нанофотонных структур. Синяевский Г.П., Безуглов Д.А., Черкесова Л.В., Шаламов Г.Н. *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф.* М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 139-142. Рус.

Нанофотонные кристаллы и их разновидности — металлофотонные и магнитофотонные структуры — обладают уникальными электродинамическими характеристиками, изучение которых связано с условиями возникновения плазмонных резонансов и возможностями прохождения оптического излучения через фотонные наноструктуры, содержащие металлические включения. Исследование нанофотонных структур с динамическими неоднородностями, использующих взаимодействие электронных потоков с волновыми процессами в твердых телах, свойства полупроводников, диэлектриков, магнетиков и сверхпроводников в магнитных и электрических полях является важной составляющей терагерцовой электроники. В работе исследована дифракционная задача для трёхслойной наноструктуры, получено дифференциальное уравнение для изучаемой конфигурации ячейки кристаллической решётки. Исследовано влияние света на перемещающиеся свойства нанофотонных структур и возможности использования микроструктурированного или фотонно-кристаллического волокна. Проведены исследования электродинамических характеристик нанофотонных структур, включая металлофотонные и магнитофотонные, направленные на определение условий возникновения плазмонных резонансов в видимой части оптического диапазона и прохождения оптического излучения через фотонные наноструктуры. Проанализированы проявления скейлинга в световых полях. Найдены специфические особенности световых полей в волноводных оптоволоконных структурах. Установлено, что подобные эффекты наблюдаются при повышенном показателе преломления материала у поверхности подложки, при использовании методов модификации состава и структуры вещества, а также из-за нелинейно-оптического эффекта.

18.02-01.590 Возможности проектирования волноводных щелевых антенн в современных интегральных СВЧ микросхемах, реализованных по SIW технологии. Земляков В.В., Заргано Г.Ф., Вяткина С.А. *Акустооп-*

тические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 143-147. Рус.

Представлено описание технологии интеграции волноводных элементов в структуры многослойных СВЧ микросхем — SIW (Substrate Integrated Waveguide) — интегрированный в подложку волновод. Рассматриваются преимущества нового класса структур, их принцип построения и особенности реализации различных пассивных и активных компонентов на их основе. Описаны методики расчета и проектирования SIW-устройств, в частности возможности адаптации хорошо известных алгоритмов анализа и синтеза волноводных элементов в классическом цельнометаллическом исполнении на SIW. Проведен анализ возможностей создания волноводных излучающих элементов и антенных решеток с применением — SIW-технологии. Отмечены преимущества таких антенн, как по собственным характеристикам излучения, так и по возможности интеграции в сложные беспроводные узлы, а также по компактности, простоте и низкой стоимости разработки и производства. Показаны результаты компьютерного моделирования некоторых типов щелевых SIW-антенн.

18.02-01.591 Твердотельные пьезокерамические композиты связности 0-3 для эффективного экранирования низкочастотного электрического поля. Радченко Г.С., Скрылёв А.В., Малыгин А.Ю., Панич Е.А. *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф.* М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 148-150. Рус.

Описаны диэлектрические и пьезоэлектрические свойства композитов связности 0-3, а также их частотные зависимости. Определены условия измерения эффективных параметров композитов. Выбраны и изготовлены оптимальные составы с заданной степенью пористости. Проведены расчёты теоретических значений, а также измерения ёмкости, тангенса угла диэлектрических потерь и сквозной электропроводности на разных частотах. Делается сравнение полученных результатов.

18.02-01.592 Компьютерное моделирование электромагнитных полей в круглых волноводах с тонкими металлическими гребнями. Лонжина Д.В., Земляков В.В., Губский Д.С. *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф.* М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 155-159. Рус.

Решена задача электродинамического анализа модового состава круглого волновода с тонкими радиальными металлическими гребнями. Разработан алгоритм расчета критических волновых чисел и компонентов электромагнитных полей Н-волн с учетом особенности поведения поля вблизи тонкого металлического гребня. Проведено исследование спектральных характеристик волновода. Реализовано построение картин электромагнитных полей основной и высших типов волн.

18.02-01.593 Сверхширокополосный комплекс активного апертурного синтеза для формирования радиоизображений. Волосюк В.К., Жила С.С., Кравченко В.Ф., Нгуен В.Х., Павликов В.В. *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф.* М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 159-163. Рус.

Предлагается и исследуется алгоритм обработки сигналов для построения радиолокационных изображений высокого пространственного разрешения. Алгоритм позволяет формировать изображение в зоне обзора $\pm(20-25^\circ)$ от нормальной оси летательного аппарата, традиционно не просматриваемой с авиационно-космических носителей. Активные радиолокационные системы не позволяют формировать изображения вы-

сокого пространственного разрешения, так как в этом секторе углов разрешающая способность по горизонтальной дальности низкая. Для получения изображений с приемлемым разрешением по пространственным координатам в рассматриваемом секторе углов разрабатывается структурная схема комплексной радиотехнической системы, объединяющей достоинства активных радиолокационных систем и пассивных систем апертурно-го синтеза.

18.02-01.594 Ratio-тире и классический модуляционный цифровой радиометры. Павликов В.В., Одокиенко А.В., Собколов А.Д. *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 168-172. Рус.*

Приведены результаты статистического синтеза радиометра, не чувствительного к нестабильности усиления сигналов в детекторной части приемника. Показано, что алгоритм обработки сигналов содержит операции деления энергий, измеренных на соседних полуинтервалах модулирующей функции (меандра). В частном случае, если пренебречь флуктуациями усиления, алгоритм упрощается и содержит операции, близкие реализуемым в современных модуляционных радиометрах, когда на выходе формируется разность оценок мощностей полезного и опорного сигналов. Даны сравнительные оценки флуктуационной чувствительности обоих типов радиометров в различных режимах их работы. Анализ этих оценок позволил разработать рекомендации по наиболее целесообразному использованию каждого типа приемника. Результаты исследований, излагаемые в работе, подтверждены методами компьютерного моделирования и экспериментально (в лабораторных условиях) при реализации алгоритмов обработки сигналов в цифровом виде на ПЛИС Xilinx Virtex-6 фирмы Analog Devices.

18.02-01.595 ИК-спектроскопия тонкослойных объектов с применением термостимулированных поверхностных плазмон-поляритонов. Никитин А.К., Хасанов И.Ш., Герасимов В.В., Та Тху Ч. *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 177-179. Рус.*

Представлены результаты исследований по возможности применения инфракрасных (ИК) термостимулированных поверхностных плазмон-поляритонов (ТППП), детектируемых у края плоской грани проводящего образца, для получения ИК спектра тонкослойного объекта. Установлено, что этот метод ИК-спектроскопии тонких слоёв позволяет получать более выраженные их спектры поглощения по сравнению с абсорбционной спектроскопией при нормальном падении излучения на слой. Достигаемый эффект объясняется как увеличением длины взаимодействия излучения со слоем, так и концентрацией энергии излучения в нём. Кроме того, предлагаемый метод является пассивным, поскольку для его реализации не нужен внешний источник излучения. Отмечено, что спектром ТППП, зондирующих исследуемый слой, можно управлять как температурой образца, так и протяжённостью грани.

18.02-01.596 Установка для измерения флуоресценции материалов на основе C_3N_4 применяемых в медицинских целях. Штельман Л.В. *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 182-184. Рус.*

Материалы на основе C_3N_4 имеют высокий уровень флуоресценции. Низкая цитотоксичность и высокая биосовместимость делает перспективным их использование в качестве люминесцентных зондов в медицинских целях. Для исследования спектральных свойств материалов была создана установка, позволяющая работать с ячейками высокого давления. Особенностью этой установки является то, что она позволяет получать

спектры материалов, которые могут находиться как в обычных условиях, так и в условиях высоких давлений и температур. В работе обсуждаются результаты полученные при нормальных условиях.

18.02-01.597 Вычисление аберраций III порядка для объектива в программе Zemax при естественной и классической нормировке. Каратеева А.А., Качурин Ю.Ю. *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 193-194. Рус.*

Использование макросов расширяет возможности пакета прикладных программ Zemax. Написанный макрос вычисляет суммы Зейделя в классической нормировке и определяемые ими аберрации I порядка и III порядка и обладает возможностью расчета аберраций высших порядков. В дальнейшем данную программу предполагается использовать в курсовом проектировании на третьем курсе в рамках дисциплины «Прикладная оптика».

18.02-01.598 Увеличение отношения сигнал/шум в спектрах комбинационного рассеяния света на статическом фурье-спектрометре. Голяк Иг.С., Голяк Ил.С. *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 210-212. Рус.*

Предложен способ увеличения отношения сигнал/шум в спектрах комбинационного рассеяния света от монохроматического источника с длиной волны 785 нм на статическом фурье-спектрометре. Предложена модернизация оптической системы на основе собирающей цилиндрической линзы. Приведён теоретический расчёт диаметра изображения на выходе цилиндрической линзы. Описаны аберрации оптической системы и способы их устранения. Результат модернизации продемонстрирован на спектрах комбинационного рассеяния света в диапазоне 800–1100 нм.

18.02-01.599 Алгоритм коррекции двумерных интерферограмм для восстановления спектров полученных на статическом фурье-спектрометре. Винтайкин И.В. *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 213-215. Рус.*

Исследован характер искажений, вносимых оптической системой статического Фурье-спектрометра. Предложен метод исправления оптических искажений. Метод апробирован на примере восстановления спектра монохроматического источника излучения. На основе анализа спектрограмм профилей интерференционных картин получена карта распределения периодов двумерной интерференционной картины. Построено отображение для исправления оптических искажений двумерной интерферограммы.

18.02-01.600 Построение спектральных коэффициентов прозрачности в трассовых методах ИК спектроскопии. Васильев Н.С. *Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 217-219. Рус.*

Абсорбционная спектроскопия в ближней и дальней инфракрасной областях как способ идентификации веществ один из наиболее часто используемых методов в задачах мониторинга окружающей среды. Рассматривается процесс обработки спектров, регистрируемых в активном режиме, т.е. при использовании направленного ИК излучателя и соосного с ним приёмника. Решается задача определения спектральных коэффициентов прозрачности, одновременно в дальнейшем и среднем ИК диапазоне. Обсуждаются вопросы поиска оптимального значения температуры паров вещества как варьируемого параметра

и влияния ошибок регистрации спектров сигнала и фона на искомое решение.

18.02-01.601 Регистрация и обработка инфракрасных спектров, полученных с помощью квантово-каскадного лазера, для обнаружения веществ в воздушной среде и на поверхности. *Табалина А.С. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 220-223. Рус.*

Описаны методики регистрации и обработки инфракрасных спектров, полученным с использованием квантово-каскадного лазера (ККЛ), для обнаружения веществ в воздушной среде и на поверхности. Представлены экспериментальные установки на основе ККЛ для регистрации спектров пропускания и рассеяния веществ. Описана методика обработки экспериментальных спектров пропускания, позволяющая осуществлять идентификацию и количественный анализ веществ в воздушной среде. Проверена и подтверждена достоверность результатов, получаемых при обработке данных. Описана методика регистрации спектров рассеянного излучения. Приведены примеры получаемых экспериментальных данных. На основании проведенных исследований сделан вывод об эффективности предложенной методики регистрации и обработки ИК-спектров пропускания для решения задачи обнаружения веществ в воздушной среде. Установлено, что предложенная методика обработки спектров пропускания в первом приближении подходит для исследования спектров рассеяния.

18.02-01.602 Оптико-электронная ракетная система панорамного обзора камер жидкостных ракетных двигателей. *Перфилов А.М., Белов С.В., Кузовков Н.А. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 233-234. Рус.*

Рассмотрена задача визуального контроля внутренней поверхности камеры сгорания жидкостного ракетного двигателя. Предложено использовать систему технического зрения на основе зеркально-линзовой оптической схемы, позволяющую получить круговую панораму участка исследуемой полости. Разработан макет данной системы. Проведена его экспериментальная апробация. Применение такого подхода позволит существенно повысить скорость и объективность визуального контроля камер сгорания.

18.02-01.603 Восстановление трехмерной структуры поверхности труднодоступных объектов с помощью призмочно-линзовых оптических стереосистем. *Науумов А.А., Горевой А.В., Мачихин А.С. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 235-236. Рус.*

Для решения задач неразрушающего контроля и геометрических измерений труднодоступных узлов технических объектов широко используются видеоэндоскопы со стереоскопическими призмочно-линзовыми оптическими системами. Функциональные возможности существующих подобных приборов в значительной степени ограничены возможностями встроенного программного обеспечения. В настоящей работе описано программное обеспечение, предназначенное для калибровки призмочно-линзовых оптических систем и обработки полученных с их помощью стереоскопических изображений. Оно позволяет восстанавливать весь массив трехмерных координат точек наблюдаемого пространства, производить сравнение с эталонными объектами, экспортировать данные в другие математические пакеты.

18.02-01.604 Результаты применения автоматизированного метода оптического контроля технологического процесса сварки трением с перемешиванием. *Ашихин Д.С., Беркутов И.В., Степанова К.А., Костю-*

хин А.С., Яковлев Ю.О., Федоров А.В. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 245-248. Рус.

Рассмотрена и обоснована возможность дополнения системы контроля технологического процесса сварки трением с перемешиванием автоматизированным методом оптического контроля с целью повышения качества сварных соединений, полученных сваркой трением с перемешиванием. Представлены результаты контроля таких факторов, влияющих на качество сварных соединений, как: зазор между кромками и боковое смещение.

18.02-01.605 Рентгенфлуоресцентные и радиоизотопные измерители толщины функциональных покрытий с системами регистрации излучений на основе полупроводниковых детекторов. *Харитонов Ю.П., Смирнов А.А., Федорков В.Г., Ольнев А.А., Кинжасгузов И.Ю., Мачихин А.С. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 297-299. Рус.*

Одним из направлений деятельности АО «ИФТП» является разработка рентгенфлуоресцентных и радиоизотопных толщиномеров функциональных покрытий для работы в составе технологического оборудования автоматического контроля деталей сложного профиля. Толщиномеры предназначены для неразрушающего экспресс-измерения толщины (поверхностной плотности) металлических и диэлектрических покрытий на изделях путем регистрации интенсивности характеристического рентгеновского излучения химического элемента покрытия и подложки, а также для идентификации элементного состава основы и многослойных покрытий (в частном случае полуавтоматического контроля серебряного покрытия на оребренной поверхности деталей сложного профиля. Для того чтобы исключить появление механических повреждений при контроле изделий, разработан специализированный толщиномер серебряного покрытия с возможностью бесконтактного измерения. Приведены результаты исследований толщиномера на базе полупроводникового CdZnTe детектора на основных этапах разработки и испытаний в составе оборудования автоматического контроля.

18.02-01.606 Экзотические переходы Лифшица в топологической материи. *Воловик Г.Е. УФН. 2018. 188, № 1, с. 95-105. Рус.*

В топологических переходах Лифшица участвуют многие типы топологических структур в импульсном и частотно-импульсном пространствах: поверхности Ферми, линии Дирака, точки Дирака и Вейля и т. д. У каждой из таких структур имеется собственный топологический инвариант (N_1 , N_2 , N_3 , \tilde{N}_3 и т. д.), который поддерживает устойчивость этой топологической структуры. Топология формы ферми-поверхностей и линий Дирака, а также взаимосвязи объектов разных размерностей приводят к появлению разных классов переходов Лифшица. Следствия переходов Лифшица являются важными в различных областях физики. Сингулярности, возникающие при переходе, могут повышать температуру перехода в состояние сверхпроводимости; переходы Лифшица могут быть причиной малости масс элементарных частиц в нашей Вселенной; горизонт чёрной дыры играет роль поверхности перехода Лифшица между вакуумами с точками Вейля типа I, типа II и т. д.

18.02-01.607 Статистика редких событий и модулярная инвариантность. *Нечаев С.К., Половников К. УФН. 2018. 188, № 1, с. 106. Рус.*

Приведены простые, основанные на построении “сада Евклида”, геометрические аргументы, объясняющие тождественность разного рода распределений, возникающих как результат статистики редких событий. В частности, обсуждаются теоретико-числовые свойства спектральной плотности ансамбля экспоненциально взвешенных линейных полимерных цепей. Показано,

что статистика собственных значений соответствующих матриц смежности в разреженном режиме имеет специальную иерархическую структуру, описываемую так называемой функцией попкорна (функцией Томи), которая является разрывной на плотном множестве рациональных чисел. Кроме того, на границах спектра распределение плотности имеет хвосты Лифшица, типичные для андерсоновской локализации в одномерном пространстве. Предложена регуляризация функции попкорна, основанная на голоморфной η -функции Дедекинда, и показано, что иерархическая ультраметрическая структура распределений типа попкорна связана с внутренней $SL(2, Z)$ -модулярной симметрией.

18.02-01.608 Оптика и спектроскопия единичной плазмонной наноструктуры. *Бальжин В.И., Мелентьев П.Н. УФН.* 2018. 188, № 2, с. 143-168. Рус.

Рассматривается взаимодействие лазерного света с единичными плазмонными наноструктурами. Из-за чрезвычайно слабого оптического отклика единичной наноструктуры исследования в наноплазмонике до недавнего времени осуществлялись с ансамблями наночастиц. В ансамбле наночастиц как структурные, так и материальные параметры варьируются от одной наночастицы к другой, поэтому оптический отклик является усреднённым по ансамблю. Измерения на уровне единичных наноструктур являются эффективным методом исследования фундаментальных оптических и спектроскопических свойств наноструктур, позволяющим определить механизмы элементарных физических процессов и избежать усреднения с неизбежной потерей физической информации. Рассмотрено многообразие оптических явлений в слабых световых полях (линейное взаимодействие), а также взаимодействие с излучением высокой интенсивности (нелинейное взаимодействие).

18.02-01.609 Метаповерхности: новый взгляд на уравнения Максвелла и новые методы управления светом. *Ремнев М.А., Климов В.В. УФН.* 2018. 188, № 2, с. 169-205. Рус.

Рассматриваются основные принципы управления светом с помощью метаповерхностей, которые способны управлять фазой, амплитудой, поляризацией и частотой излучения, проходящего через них. Приводится формулировка обобщённого закона Снеллиуса. Рассматриваются способы реализации метаповерхностей с помощью резонансов и методы сдвига фазы в пределах 2π . Приведён обзор экспериментов и последних достижений в управлении светом с помощью метаповерхностей. Обсуждаются возможные применения метаповерхностей и дальнейшее развитие парадигмы метаповерхностей.

18.02-01.610 Передача точных сигналов частоты и времени в оптическом диапазоне. *Хабарова К.Ю., Калганова Е.С., Колачевский Н.Н. УФН.* 2018. 188, № 2, с. 221-230. Рус.

Создание фемтосекундного синтезатора оптических частот, позволяющего преобразовывать частоту из оптического диапазона в радиодиапазон, привело к широкому использованию атомных оптических часов. Относительная нестабильность таких часов достигла рекордных значений в несколько единиц восемнадцатого знака, что на два порядка превосходит нестабильность цезиевых фонтанов, первичных стандартов частоты. Этому сопутствует развитие методов передачи точных сигналов частоты и времени, в том числе по оптоволоконным линиям связи. Использование оптоволоконных линий позволяет достичь относительной нестабильности передачи частот оптических сигналов, меньшей, чем 10^{-18} , за время усреднения менее 1000 с при передаче на расстояние порядка 1000 км. В свою очередь точность передачи сигналов времени на расстоянии до 500 км достигла 250 пс. Оптоволоконные линии связи открывают возможность сличения оптических часов и создания синхронизованной сети стандартов времени и частоты на новом уровне точности. Возникает возможность решения новых задач: определения гравитационного потенциала, измерения эффекта Саянника в континентальном масштабе, проведения точных тестов фундаментальных физических теорий.

18.02-01.611 Диссипация планетных атмосфер: физические процессы и численные модели. *Шематович В.И., Маров М.Я. УФН.* 2018. 188, № 3, с. 233-266. Рус.

Рассматриваются процессы диссипации (убегания) планетных атмосфер, физические механизмы, ответственные за их природу, математические модели и численные методы, используемые для анализа этого явления с учётом ограничений, налагаемых доступными экспериментальными данными. Подробно обсуждаются структурные и динамические особенности аэрономии Земли и планет земной группы, лежащие в основе определения скоростей поглощения энергии и атмосферного убегания. Представлен разработанный авторами кинетический метод Монте-Карло для исследования тепловых и нетепловых процессов диссипации атмосферы. Исходя из этого подхода и результатов наблюдений на космических аппаратах приводятся оценки потери атомов из атмосфер Венеры и Марса за счёт различных источников, обсуждается их роль в современную эпоху и на ранних этапах эволюции этих планет. Актуальность данных исследований стимулируется открытием экзопланет, изучением диссипации их газовых оболочек на основе разрабатываемых моделей и вероятным влиянием механизма убегания на формирование планетной атмосферы и климата.

18.02-01.612 Влияние атомных процессов на зарядовые состояния и фракции быстрых тяжёлых ионов при прохождении через газовые, твердотельные и плазменные мишени. *Толстигина И.Ю., Шевелько В.П. УФН.* 2018. 188, № 3, с. 267-300. Рус.

Представлен обзор экспериментальных данных и теоретических методов расчёта по исследованию атомных процессов с изменением зарядового состояния ионных пучков при прохождении через газовые, плазменные и твердотельные мишени. Основное внимание уделено процессам перезарядки и ионизации с участием тяжёлых многоэлектронных ионов (типа Ag^{q+} , Kr^{q+} , Rb^{q+} , W^{q+} , U^{q+}) при относительно больших и релятивистских энергиях $EE = 50$ кэВ/нуклон — 10 ГэВ/нуклон, включая многоэлектронные процессы, приводящие к увеличению полных сечений на 50% и более. Большое место занимает рассмотрение тормозной способности вещества — основной величины, характеризующей потерю кинетической энергии ионов из-за взаимодействия с частицами вещества. Кратко рассмотрен вопрос о перезарядке тяжёлых ионов на атомах при медленных столкновениях $E < 10$ эВ/нуклон и роли возникающего при этих энергиях изотопического эффекта. Рассмотрены вопросы динамики формирования зарядовых фракций и равновесных зарядов ионных пучков при взаимодействии со средами на основе решения системы дифференциальных уравнений зарядового баланса, в том числе вопросы образования равновесных фракций и зарядов, равновесной толщины мишени, среднего заряда ионного пучка и т.д. Приведено краткое описание компьютерных программ ETASNA, GLOBAL, CHARGE, BREIT для расчёта зарядовых фракций как функции толщины мишени, а также рассмотрены некоторые приложения использования зарядовых фракций: при детектировании сверхтяжёлых элементов и решении задач лабораторной и астрофизической плазмы. Объяснение физических процессов и эффектов в работе проводится в терминах атомной физики с помощью столкновительных и радиационных характеристик тяжёлых многоэлектронных ионов при их взаимодействии с атомами, ионами, электронами и молекулами.

18.02-01.613 Новая концепция кротовых нор и Мультивселенная. *Новиков И.Д. УФН.* 2018. 188, № 3, с. 301-310. Рус.

Рассматривается новая концепция кротовых нор. Проведено разделение кротовых нор на три качественно различные категории: статические, пространственноподобные и временноподобные. Проведён анализ свойств кротовых нор каждого типа. Анализируется связь кротовых нор и чёрных дыр. Исследуются их астрофизические свойства.

18.02-01.614 Исследования поверхности Ферми металлов с помощью высокочастотных размерных эффектов. *Гаспаров В.А. УФН.* 2018. 188, № 3, с. 311-324. Рус.

Приведён обзор экспериментальных и теоретических работ по исследованиям поверхностей Ферми чистых металлов с помощью высокочастотных размерных эффектов. Особое внимание уделено исследованиям таких малоизвестных эффектов, как времяпролётный эффект, многоканальный и нелинейный раз-

мерный эффекты.

18.02-01.615 О выборе тензора энергии-импульса в электродинамике и силе Абрагама. *Спиричев Ю.А. УФН.* 2018. 188, № 3, с. 325-328. Рус.

Обсуждается дискуссионная проблема выбора тензора энергии-импульса в электродинамике. Рассмотрены электромагнитные силы в сплошной среде, следующие из тензоров Минковского и Абрагама. Из тензора Минковского получены уравнения сохранения плотности энергии-импульса, баланса плотности электромагнитных сил в сплошной среде и уравнение для силы Абрагама. Показано, что сила Абрагама равна нулю при выборе канонических материальных уравнений. Показана равноценность форм плотности импульса Минковского и Абрагама. Приведены аргументы в пользу однозначного выбора тензора Минковского и неполноты тензора Абрагама.

18.02-01.616 Нелокальный классический “реализм” и квантовая суперпозиция как отсутствие определённых значений физических величин до момента измерения. *Белинский А.В., Клевцов А.А. УФН.* 2018. 188, № 3, с. 335-342. Рус.

Проанализированы схемы экспериментов, в которых на основании исследования эффектов подавления взаимной корреляции фотонов на светоделителе и приготовления сжатых состояний доказывается отсутствие определённого значения разности фаз у фотонов в фоковских состояниях, поскольку в противном случае одновременное существование этих двух эффектов невозможно. Показано, что это заключение выявляет внутреннюю противоречивость нелокальной классической интерпретации квантовой механики на основе нелокального классического “реализма” в смысле отсутствия определённых значений измеряемых физических величин априори, т.е. до момента измерения.

18.02-01.617 Возможности проведения гравитационной коррекции орбиты астероида Апофис с использованием небольшого космического аппарата. *Стижно К.А. Космонавтика и ракетостроение.* 2018, № 1, с. 50-59. Рус.

Ввиду вероятности резонансного возврата в 2036 г. астероида Апофис и его разрушительного столкновения с Землёй исследуются возможности гравитационной коррекции орбиты с использованием космического аппарата (КА) массой порядка одной тонны, помещённого в окрестность астероида и удерживаемого при помощи реактивных двигателей. Показывается, что такая коррекция будет достаточной для предупреждения столкновения в 2036 г., если её провести до сближения астероида с Землёй в 2029 г.

18.02-01.618 Высокоэффективный метод численного интегрирования уравнений движения в задачах небесной механики и космической баллистики. *Колюка Ю.Ф. Космонавтика и ракетостроение.* 2018, № 1, с. 100-117. Рус.

Дается описание нового метода численного интегрирования уравнений движения небесных тел, позволяющего с высокой точностью и быстродействием рассчитывать орбиты произвольного типа в ближнем и дальнем космосе в длительных интервалах времени. Решение на шаге представляется в виде интерполяционных многочленов высокого порядка, при построении которых используется специальная расширяющаяся система узловых точек, являющихся при каждом порядке интерполяции близкими к узлам соответствующих полиномов Чебышева. Описываются подходы и процедуры, используемые для реализации метода. Отмечается, что применение метода даёт возможность надёжно контролировать методическую ошибку на шаге и достаточно просто менять его длину, обеспечивая требуемый уровень точности. Применительно к рассматриваемым уравнениям движения метод характеризуется как самонастраивающийся, т.е. привлечение к началу процесса интегрирования каких-либо других, более простых, методов не требуется.

18.02-01.619 Законы сохранения теории мелкой воды и принцип относительности Галилея. *Остапенко В.В. Сибирский журнал индустриальной математики.* 2014. 17, № 1, с. 99-113. Рус.

На примере модели теории мелкой воды показано, что анализ

совместности условий Гюгонно различных базисных систем законов сохранения в подвижной системе координат, двигающейся вместе с сильным разрывом, может приводить к ошибочным результатам. Связано это с иерархией законов сохранения теории мелкой воды относительно преобразования Галилея, в силу которой закон сохранения полной энергии на разрывных решениях является безусловно инвариантным относительно этого преобразования, что приводит к зависимости соответствующего ему условия Гюгонно от скорости движения инерциальной системы отсчета. Показано, что указанный недостаток классической модели теории мелкой воды отсутствует в модели вихревой мелкой воды, предложенной В.М. Тешуковым.

18.02-01.620 Исследование вращательного движения Луны в релятивистском приближении. *Пашкевич В.В. Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 1: Математика. Механика. Астрономия.* 2017. 4, № 4, с. 681-694. Рус.

Изучается вращательное движение Луны в релятивистском приближении, в котором учитывались наиболее существенные из релятивистских возмущений во вращательном движении Луны — геодезические возмущения. Численными и аналитическими методами исследуются невязки сравнения между численными и полуаналитическими решениями задачи о вращательном движении Луны относительно неподвижной эклиптики эпохи J2000. В результате впервые в релятивистском приближении получаются высокоточные ряды вращения Луны MRS2016. Остаточные невязки сравнения численного интегрирования с рядами MRS2016 в возмущающих членах физической либрации Луны не превосходят 64 миллисекунд дуги на интервале времени 2000 лет и 8 секунд дуги на интервале времени 6000 лет.

18.02-01.621 Ряд Лапласа эллипсоидальных фигур вращения. *Холшевников К.В., Миланов Д.В., Шайдулин В.Ш. Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 1: Математика. Механика. Астрономия.* 2017. 4, № 4, с. 695-703. Рус.

Теория фигур равновесия активно развивалась в XIX столетии, когда выяснились причины, по которым наблюдаемые массивные небесные тела (Солнце, планеты, спутники) обладают близкой к эллипсоидальной формой. Было установлено, что существуют и в точности эллипсоидальные фигуры. Гравитационный потенциал таких фигур представляется рядом Лапласа, коэффициенты которого (постоянные Стокса) определяются некоторым интегральным оператором. В случае эллипсоида вращения, эквиденситы (поверхности равной плотности) которого подобны, был найден общий член ряда, а для некоторых других распределений масс найдены первые члены ряда. Здесь мы получили общий член ряда при условии, что эквиденситы являются эллипсоидами вращения с возрастающим от центра к периферии сжатием. Получены также простые оценки и асимптотика. Оказалось, что асимптотика зависит только от средней плотности, плотности на поверхности внешнего эллипсоида и его сжатия.

18.02-01.622 Описание свойств ударно-сжатого плавного кварца при высоких давлениях на основе модифицированной модели Ван-дер-Ваальса. *Медведев А.Б.* 2017, № 1, с. 3-7. Рус.

Разработанное ранее широкодиапазонное УРС диоксида кремния, основанное на модифицированной модели Ван-дер-Ваальса, использовано для расчета ударной адиабаты, скорости звука вдоль нее и других характеристик плавного кварца. Результаты сопоставлены с новыми экспериментальными данными по ударному сжатию плавного кварца до давления 1,6 ТПа и скорости звука до 1,1 ТПа. Также выполнено сравнение расчетных зависимостей (ударных адиабат, изотерм, изэнтроп), определенных на основе этого и двух других модельных уравнений состояния, до 1000 ТПа.

18.02-01.623 Результаты численного исследования методики решения кинетического уравнения Больцмана, проведенного на газодинамической задаче о распаде разрыва. *Харитонов А.В.* 2017, № 1, с. 19-22. Рус.

Приведены результаты численного исследования методики решения кинетического уравнения Больцмана, проведенного на

газодинамической задаче о распаде разрыва.

18.02-01.624 Самоспряженные уравнения второго порядка для фермионов и представление Фолди—Ваутхайзена. *Незнамов В.П.* 2017, № 1, с. 23-27. Рус.

На примере внешнего электромагнитного поля получены самоспряженные уравнения второго порядка со спиновыми волновыми функциями. Установлена связь этих уравнений с уравнениями типа Шредингера с эффективными потенциалами для вещественных радиальных волновых функций и с уравнениями Дирака в представлении Фолди—Ваутхайзена. С использованием матриц Дирака в киральном представлении получены кирально-симметричные замкнутые уравнения для левых и правых спинов. Для произвольного электромагнитного поля получено замкнутое кирально-симметричное уравнение Фолди—Ваутхайзена. В рассмотренных уравнениях, независимо от наличия или отсутствия массы у фермионов, отсутствуют слабые, смешивающие левые и правые спиноры.

18.02-01.625 Полуэмпирическое уравнение состояния твердых А-, W-, В-фаз Титана и жидкости с учетом испарения. *Елькин В.М., Михайлов В.Н., Михайлова Т.Ю.* 2017, № 1, с. 28-42. Рус.

Предложено полуэмпирическое уравнение состояния, включающее в себя три полиморфные модификации (a, w, b) титана и жидкость с учетом испарения. Трудности построения уравнения состояния связаны с недостаточной изученностью фазовой диаграммы титана в области высоких давлений. Параметры уравнения состояния подобраны с учетом всех имеющихся экспериментальных данных, полученных как в квазистатистических, так и динамических условиях до 13,6 ТПа. В области сверхвысоких сжатий и температур для подбора параметров использовались результаты теоретических расчетов. Выбранная функциональная форма тепловых составляющих свободной энергии предусматривает ионизацию вещества и в пределе высоких температур соответствует полностью ионизованному идеальному газу ионов и электронов. Потенциальная (холодная) составляющая энергии при сверхвысоком сжатии удовлетворяет модели атома Томаса—Ферми. Наличие газовой асимптотики в уравнении состояния жидкости позволяет рассчитать кривую испарения титана и положение критической точки.

18.02-01.626 Частицы со спином 1/2 и 11-мерное риманово пространство. *Горбатенко М.В.* *Вопросы атомной науки и техники. Серия: Теоретическая и прикладная физика.* 2017, № 2, с. 3-11. Рус.

Доказывается, что среди многомерных моделей частиц со спином 1/2 модель в 11-мерном римановом пространстве с сигнатурой выделена тем, что удовлетворяет принципу причинности, допускает возможность формулировки теории в терминах октонионов.

18.02-01.627 Стационарные связанные состояния фермионов в поле Райсснера—Нордстрёма. *Незнамов В.П., Сафронов И.И., Шемарулин В.Е.* *Вопросы атомной науки и техники. Серия: Теоретическая и прикладная физика.* 2017, № 2, с. 12-40. Рус.

После перехода от уравнения Дирака к релятивистскому уравнению типа Шредингера с эффективным потенциалом поля Райсснера—Нордстрёма (RN) с двумя горизонтами событий для заряженных и незаряженных фермионов доказано существование вырожденных стационарных связанных состояний с вещественными квадратично-интегрируемыми радиальными волновыми функциями. Фермионы в таких состояниях локализованы вблизи горизонтов событий в интервалах от нуля до долей или нескольких единиц комптоновской длины фермиона в зависимости от величин гравитационной и электромагнитной констант связи и от величин углового и орбитального моментов j, l . В случае экстремальных полей RN с одним горизонтом событий подтверждено отсутствие стационарных связанных состояний фермионов с энергией меньшей энергии покоя mc^2 для любых значений гравитационной и электромагнитной констант связи. Для голой сингулярности RN в случае заряженных фермионов при определенных значениях физических параметров показано существование дискретного энергетического спектра. Дискретный спектр существует также для незаряженных фермионов. Голая сингулярность RN в квантовой механике частиц

со спином 1/2 не несет угрозы космической цензуре, так как она прикрыта бесконечно большим потенциальным барьером. Электрически нейтральные системы атомного типа (коллапсары RN с определенным числом фермионов, находящихся в вырожденных связанных состояниях) предложены для рассмотрения в качестве частиц темной материи.

18.02-01.628 Особенности движения частиц со спином 1/2 в аксиально-симметричном поле Керра—Ньюмена. *Незнамов В.П., Шемарулин В.Е.* *Вопросы атомной науки и техники. Серия: Теоретическая и прикладная физика.* 2017, № 2, с. 41-54. Рус.

Для поля Керра—Ньюмена получен самоспряженный дираковский гамильтониан. Осуществлен переход к релятивистскому уравнению типа Шредингера. Для случая, когда угловые и радиальные переменные не разделяются, обобщен метод получения эффективных потенциалов. Эффективные потенциалы имеют изолированные особенности на горизонтах событий, в окрестности начала координат и при определенных параметрах поля Керра—Ньюмена и фермиона в окрестности некоторых значений радиальной координаты. Для экстремального поля Керра—Ньюмена доказана невозможность существования стационарных связанных состояний частиц со спином 1/2. Для поля Керра—Ньюмена с «нулевой» гравитацией при одноименных зарядах фермиона и источника поля на некотором расстоянии от начала координат существует непроницаемый барьер. Вид и расположение барьера не зависят от степени вращения источника поля Керра—Ньюмена.

18.02-01.629 Тестовые задачи магнитной гидродинамики. *Жмайло В.А., Софронов В.Н., Янцкин Ю.В.* *Вопросы атомной науки и техники. Серия: Теоретическая и прикладная физика.* 2017, № 2, с. 55-81. Рус.

Представлен обзор по тестовым задачам магнитной гидродинамики. Эти тесты естественным образом разделяются на две большие группы. К первой группе относятся задачи для идеальной бесконечно проводящей плазмы. Ко второй группе — задачи, в которых учитываются диссипативные процессы в виде теплопроводности, магнитной диффузии и эффекта Холла.

18.02-01.630 Из чего может состоять темная материя. *Незнамов В.П.* *Вопросы атомной науки и техники. Серия: Теоретическая и прикладная физика.* 2017, № 3, с. 3-8. Рус.

При исследовании квантовой механики взаимодействия фермионов с внешними гравитационными полями Шварцшильда, Райсснера—Нордстрёма, Керра, Керра—Ньюмена ранее была показана возможность существования коллапсаров без пересечения частицами горизонтов событий. В работе такие испаряющиеся коллапсары со связанными фермионами и без них предложены в качестве частиц темной материи. Область масс коллапсаров, свободных от теоретических и наблюдательных ограничений, находится в интервале — планковская масса. Нижняя граница смыкается с областью существования реликтовых стабильных черных дыр планковской массы.

18.02-01.631 Возможный способ доказательства существования черных дыр. *Горбатенко М.В.* *Вопросы атомной науки и техники. Серия: Теоретическая и прикладная физика.* 2017, № 3, с. 9-13. Рус.

В гравитационном поле, описываемом решением Шварцшильда, красное смещение становится сколь угодно большим по мере приближения источника к горизонту событий. Экспериментальная регистрация этого факта была бы прямым доказательством существования черных дыр, предсказываемых общей теорией относительности.

18.02-01.632 Решение Маннгейма—Казанаса, конформная геометродинамика и темная материя. *Горбатенко М.В., Седов С.Ю.* *Вопросы атомной науки и техники. Серия: Теоретическая и прикладная физика.* 2017, № 3, с. 14-22. Рус.

В рамках стандартных уравнений Эйнштейна общей теории относительности плоские ротационные кривые вращения галактик не могут быть объяснены без привлечения гипотезы о темной материи, частицы которой пока не идентифицированы. Вакуумное центрально-симметричное решение урав-

нений конформной гравитации является известной метрикой Маннгейма—Казанаса, на основе которой эти кривые получают чисто геометрическое объяснение. В статье показано, что метрика Маннгейма—Казанаса является решением не только уравнений Баха, получаемых из конформно-инвариантного лагранжиана Вейля, но и решением уравнений конформной геометродинамики при ненулевом векторе Вейля. В связи с этим формулируется гипотеза, что космическое пространство на галактических масштабах может описываться не геометрией Римана, а геометрией Вейля.

18.02-01.633 Молекулярно-динамическое моделирование процесса самозатравки ударника из W при проникании в мишень из Fe. *Ветчинников М.В., Демина М.А., Анисимов А.Н., Грушин С.А., Кечин А.Г., Фомин В.П., Дегтярев В.А. Вопросы атомной науки и техники. Серия: Теоретическая и прикладная физика.* 2017, № 3, с. 23-34. Рус.

Приведены результаты МД моделирования проникания различных ударников из вольфрама в мишень из железа. Моделирование проводилось как для монокристаллических, так и поликристаллических образцов. По результатам расчетов видно, что процесс самозатравки для ударников из вольфрама имеет пороговый характер и начинается со скорости $\sim 2,1$ км/с. Приведено сравнение с имеющимися экспериментальными данными. Расчеты проведены с помощью комплекса классической молекулярной динамики MoDyS, развиваемого в ИТМФ. В моделировании использовались многочастичные потенциалы погружного типа (EAM).

18.02-01.634 Результаты численного исследования методики решения кинетического уравнения Больцмана, проведенного на задаче об истечении газа в вакууме. *Харитонов А.В. Вопросы атомной науки и техники. Серия: Теоретическая и прикладная физика.* 2017, № 3, с. 35-42. Рус.

Приведены результаты численного исследования методики решения кинетического уравнения Больцмана, проведенного на задаче об истечении газа в вакууме.

18.02-01.635 Самосопряженные уравнения второго порядка для фермионов в гравитационных и электромагнитных полях Шварцшильда, Райснера—Нордстрёма, Керра и Керра—Ньюмена. *Незнамов В.П. Вопросы атомной науки и техники. Серия: Теоретическая и прикладная физика.* 2017, № 3, с. 43-55. Рус.

Для фермионов получены релятивистские самосопряженные уравнения второго порядка в гравитационных и электромагнитных полях Шварцшильда, Райснера—Нордстрёма, Керра и Керра—Ньюмена. Уравнения второго порядка с эффективными потенциалами и со спинорными волновыми функциями расширяют возможность получения регулярных решений квантовой механики движения частиц со спином $1/2$.

18.02-01.636 Торможение фотонов оптического диапазона фотонами реликтового излучения. *Ратис Ю.Л. Инженерная физика.* 2018, № 1, с. 24-29. Рус.

Показано, что заполняющее нашу Вселенную реликтовое излучение можно рассматривать, как «новый эфир» — материальную среду, обладающую такими характеристиками, как показатель преломления и показатель поглощения. В среде с показателем преломления, не равным единице, скорость фотонов меньше скорости света. Взаимодействие фотонов с «эфиром» приводит к тому, что фотоны приобретают статус массивных нестабильных частиц. Наличие у этого «эфира» показателя поглощения означает, что во Вселенной нарушена глобальная Т-инвариантность, время течет однонаправленно, и существует Стрела Времени — главная причина нарушения симметрии распространности вещества и антивещества во Вселенной. Необратимость электромагнитных процессов, протекающих в «новом эфире», обусловлена, как спецификой релятивистской ки-

нематики, так и сферической симметрией распределения Планка. Предложено установить пределы применимости квантовой электродинамики в лабораторном эксперименте.

18.02-01.637 Возникновение конвекции в цилиндрическом контейнере со свободной границей. *Андреев В.К., Магденко Е.П. Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2018, № 2, с. 105-112. Рус.

Изучена задача о малых возмущениях равновесного состояния вязкой теплопроводной жидкости в цилиндрическом контейнере с верхней свободной деформируемой границей, на которой задан теплообмен с окружающей средой. Для математического моделирования конвекции используются уравнения Обербека—Буссинеска. При решении возникающей спектральной задачи был применен τ -метод. В результате для конкретной жидкости получена зависимость мнимой части комплексного декремента от числа Марангони. В случае монотонных возмущений построены нейтральные кривые в зависимости от геометрического параметра — отношения высоты цилиндра к его радиусу. Также получена зависимость числа Марангони от физических параметров жидкости.

18.02-01.638 Пространственная задача радиационной газовой динамики командного модуля Аполлон-4 при сверхорбитальном входе в атмосферу. *Суржиков С.Т. Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2018, № 2, с. 149-160. Рус.

Численно решена пространственная задача радиационной газовой динамики сверхорбитального входа в плотные слои атмосферы Земли командного модуля Аполлон-4 под углом атаки 25° . Подробно рассмотрены условия обтекания при скорости $V_\infty = 10,5$ км/с на высоте $H = 67,3$ км. Получены распределения плотностей конвективных и радиационных тепловых потоков вдоль обтекаемой поверхности. Изучен спектральный состав теплового излучения, достигающего поверхности. Выполнено успешное сопоставление результатов расчетов с данными двухмерных расчетов.

18.02-01.639 О квантовой природе закона всемирного тяготения. *Абрашкин А.А. Нелинейный мир.* 2018, 16, № 1, с. 12-17. Рус.

Предложена модель первичного вакуума, состоящего из частиц с планковскими масштабами длины, времени жизни и массы, которые названы эфиронами. Отмечено, что квантовое гравитационное поле отождествляется с возбужденным состоянием эфиронного бозе-конденсата. Дано определение Гравитона как квазичастиц волнового поля свободных эфиронов. Приведено объяснение формулы закона всемирного тяготения в рамках квантово-полевого подхода.

18.02-01.640 Аксионный механизм светимости Солнца. *Бегларян М.Е. Нелинейный мир.* 2018, 16, № 1, с. 18-25. Рус.

Показано, что гипотеза аксионного механизма солнечной светимости, в которой аксионоподобные частицы, рождаемые в ядре Солнца, могут эффективно конвертироваться обратно в ν -кванты в магнитном поле тахоклина, является физически релевантной. Отмечено, что вариации интенсивности — квантов аксионного происхождения, вызываемые вариациями магнитного поля в зоне тахоклина, являются непосредственной причиной вариаций светимости Солнца или, что то же самое, вариаций солнечной освещенности (Total Solar Irradiance — TSI), в пределе характеризующих режимы активного и спокойного Солнца. Произведены оценки константы связи аксион—фотон в рамках такого механизма, а также массы аксионоподобной частицы. Показано, что полученные параметры аксона не противоречат никаким известным экспериментальным или модельно-независимым теоретическим ограничениям.

См. также **18.02-01.13, 18.02-01.421**

Астрономия

18.02-01.641 Применение формул фотограмметрии для определения координат небесных объектов по опорным звездам. *Федянин М.Р., Лазарев В.М. Открытия и достижения науки. Сборник материалов международной научной конференции. Россия. Москва, 30–31 июля 2015 г. (Электронный ресурс)*. М.: РусАльянс Сова. 2015, с. 103-109. Рус.

18.02-01.642 Зеркальные оптические системы для малогабаритной гиперспектральной аппаратуры дистанционного зондирования Земли из космоса. *Архипов С.А., Заварзин В.И., Ли А.В. Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1–4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф.* М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017, с. 262-264. Рус.

Предложена и исследована новая оптическая схема зеркального автоколлимационного спектрометра для малогабаритной гиперспектральной аппаратуры дистанционного зондирования Земли из космоса на основе трехзеркального объектива с экс-

центрично расположенным полем изображения, обладающая высокими техническими характеристиками, обеспечивающая малые габариты и отсутствие хроматических аберраций при возможности использования разных типов диспергирующих устройств — призмных систем или дифракционных решеток. Рассчитана оптическая система зеркального автоколлимационного спектрометра с плоской дифракционной решеткой. Показана возможность исправления дисторсии и достижения качества изображения близкого к дифракционному пределу. Кроме того в оптической системе отсутствует децентрировка силовых элементов и использована асферизация поверхностей только второго порядка, что является показателем высокой технологичности.

См. также **18.02-01.220, 18.02-01.417, 18.02-01.418, 18.02-01.419, 18.02-01.420, 18.02-01.421, 18.02-01.610, 18.02-01.611, 18.02-01.613, 18.02-01.617, 18.02-01.618, 18.02-01.620, 18.02-01.621, 18.02-01.622, 18.02-01.623, 18.02-01.624, 18.02-01.625, 18.02-01.626, 18.02-01.627, 18.02-01.628, 18.02-01.629, 18.02-01.630, 18.02-01.631, 18.02-01.632, 18.02-01.633, 18.02-01.634, 18.02-01.635, 18.02-01.636, 18.02-01.638, 18.02-01.639, 18.02-01.640**

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

А

Artjukh A.V. 18.02-01.566
 Artyukh A.V. 18.02-01.567

В

Borodin A.I. 18.02-01.401

G

Gubajdullin D.A. 18.02-01.355

H

Hamadiche M. 18.02-01.69
 Huang C.-L. 18.02-01.428
 Hushcha T. 18.02-01.542

I

Ivandaev A.I. 18.02-01.355

J

Jiao Fenglei 18.02-01.451

K

Kaatz U. 18.02-01.542
 Khasanshin T.S. 18.02-01.201
 Kizilova N.N. 18.02-01.69
 Klepikov V.F. 18.02-01.69
 Komov V.I. 18.02-01.216

L

Li Xiaodong 18.02-01.451
 Liu Ke 18.02-01.451
 Lysenko K.V. 18.02-01.362

M

Ma C.-C. 18.02-01.428
 Makarenkova A.A. 18.02-01.551
 Martynovskiy I.M. 18.02-01.307

N

Nabiev R. 18.02-01.551

O

Oliylik V.N. 18.02-01.551

P

Pejgin S.B. 18.02-01.401
 Peytcheva A. 18.02-01.542
 Pilyugin N.N. 18.02-01.208
 Pyatneytskiy L.N. 18.02-01.363

R

Rutkevich I.M. 18.02-01.216

S

Serdjuchenko A.M. 18.02-01.307
 Shimuk Y.D. 18.02-01.567
 Shimuk Yu.D. 18.02-01.566

T

Tang J. 18.02-01.296
 Tian Jing 18.02-01.451
 Timchenko S.V. 18.02-01.401

A

Абакумов В.Г. 18.02-01.431,
 18.02-01.437
 Абакумова А.Ю. 18.02-01.559,
 18.02-01.583
 Абдрашитов А.А. 18.02-01.62
 Абрамов С.С. 18.02-01.334
 Абрамова Е.С. 18.02-01.334
 Абрашкин А.А. 18.02-01.117,
 18.02-01.639
 Аверюшкин А.С. 18.02-01.217
 Авраменко М.Э. 18.02-01.495
 Азаренко Е.В. 18.02-01.297,
 18.02-01.304, 18.02-01.314,
 18.02-01.324
 Акиншин Р.В. 18.02-01.358
 Аксенов Е.Т. 18.02-01.247
 Аксентьева М.С. 18.02-01.1
 Акуленко Л.Д. 18.02-01.74
 Алампиев М.В. 18.02-01.257
 Алексеев Г.В. 18.02-01.33,
 18.02-01.51, 18.02-01.75
 Алексеев И.В. 18.02-01.377
 Алексюнин Е.С. 18.02-01.534
 Амосов Е.В. 18.02-01.558
 Ананенкова А.А. 18.02-01.419
 Ананьев А.Б. 18.02-01.493,
 18.02-01.495, 18.02-01.501
 Ананьева Е.А. 18.02-01.493
 Андреев А.Ф. 18.02-01.15
 Андреев В.К. 18.02-01.637
 Андреев Ю.В. 18.02-01.585
 Андрианова О.Р. 18.02-01.325
 Андрущенко В.А. 18.02-01.428
 Андрущенко В.О. 18.02-01.61,
 18.02-01.106, 18.02-01.139,
 18.02-01.412, 18.02-01.413,
 18.02-01.521, 18.02-01.523,
 18.02-01.529
 Андрущенко Т.В. 18.02-01.440
 Аникина Т.А. 18.02-01.167
 Аниконов Ю.Е. 18.02-01.316
 Анисимов А.Н. 18.02-01.633
 Аннин Б.Д. 18.02-01.46
 Аношкин А.Н. 18.02-01.453,
 18.02-01.465
 Ануфриев И.А. 18.02-01.403
 Апельцин В.Ф. 18.02-01.42
 Арсеев П.И. 18.02-01.15
 Артельный В.В. 18.02-01.124
 Артельный П.В. 18.02-01.124,
 18.02-01.349
 Артемьев А.М. 18.02-01.546
 Артюх А.А. 18.02-01.230
 Архипов С.А. 18.02-01.642
 Аунг М.З. 18.02-01.420
 Ахияров В.В. 18.02-01.225,
 18.02-01.226
 Ахмедиев С.К. 18.02-01.425
 Ахтямов А.М. 18.02-01.153
 Ашихин Д.С. 18.02-01.604

Б

Бабаев А.Э. 18.02-01.265
 Баглюк Г.А. 18.02-01.538

Бадриев И.Б. 18.02-01.184
 Бадулин С.И. 18.02-01.38
 Бай А.В. 18.02-01.55
 Баканов П.Г. 18.02-01.471
 Бакиров Ж.Б. 18.02-01.425
 Бакунин О.Г. 18.02-01.214
 Балашов А.А. 18.02-01.253,
 18.02-01.261
 Балькин В.И. 18.02-01.608
 Баранник Е.А. 18.02-01.198
 Барышев Н.В. 18.02-01.271
 Басовский В.Г. 18.02-01.93,
 18.02-01.130, 18.02-01.480,
 18.02-01.481, 18.02-01.492,
 18.02-01.548
 Басовский В.Г. 18.02-01.305
 Басок Б.И. 18.02-01.76
 Батшев В.И. 18.02-01.245,
 18.02-01.260, 18.02-01.280,
 18.02-01.281
 Башкин С.В. 18.02-01.262
 Бегларян М.Е. 18.02-01.640
 Безвербный И.А. 18.02-01.504
 Безверхий О.Л. 18.02-01.110,
 18.02-01.160
 Безмянный Ю.Г. 18.02-01.538
 Безответных В.В. 18.02-01.306
 Безпрозванный А.А. 18.02-01.515
 Безуглов Д.А. 18.02-01.237,
 18.02-01.589
 Безмянная К.Ю. 18.02-01.191
 Безмянный Ю.Г. 18.02-01.129,
 18.02-01.135, 18.02-01.140,
 18.02-01.165, 18.02-01.166,
 18.02-01.199, 18.02-01.511,
 18.02-01.512, 18.02-01.513,
 18.02-01.514, 18.02-01.517
 Белинский А.В. 18.02-01.616
 Белов А.И. 18.02-01.294,
 18.02-01.411
 Белов С.А. 18.02-01.220
 Белов С.В. 18.02-01.602
 Белов Ю.Я. 18.02-01.185
 Белоконь А.В. 18.02-01.54
 Белоконь О.А. 18.02-01.54
 Белоножко Д.Ф. 18.02-01.222
 Белоус А.А. 18.02-01.47
 Бергун В.С. 18.02-01.73,
 18.02-01.178
 Беркутов И.В. 18.02-01.604
 Бернс В.А. 18.02-01.162
 Бигус Г.А. 18.02-01.537
 Бирюков Д.А. 18.02-01.212
 Битаев Е.С. 18.02-01.558
 Блохин А.М. 18.02-01.36,
 18.02-01.373, 18.02-01.374,
 18.02-01.403
 Бобин Н.А. 18.02-01.223
 Бобошко В.О. 18.02-01.267
 Бобров В.П. 18.02-01.532
 Богдан Г.А. 18.02-01.135
 Богданов А.В. 18.02-01.265
 Богданов В.В. 18.02-01.316
 Богданов В.Р. 18.02-01.192
 Боголюбов А.Н. 18.02-01.205,
 18.02-01.206, 18.02-01.553,
 18.02-01.554, 18.02-01.579,
 18.02-01.580
 Богородский А.В. 18.02-01.321
 Богушевич В.К. 18.02-01.284,
 18.02-01.285, 18.02-01.298,
 18.02-01.299, 18.02-01.300,
 18.02-01.301, 18.02-01.303,

- 18.02-01.326, 18.02-01.327,
18.02-01.328, 18.02-01.356,
18.02-01.518
- Болгова А.И. 18.02-01.54
Болсуновский А.Л. 18.02-01.389
Большаинов И.П. 18.02-01.407
Бондаренко А.А. 18.02-01.428
Бондарь А.А. 18.02-01.183
Бондарь В.В. 18.02-01.416
Борзов А.Б. 18.02-01.225
Борисейко А.В. 18.02-01.100
Борисейко О.В. 18.02-01.61,
18.02-01.106
Борисов А.Б. 18.02-01.15
Борисюк А.О. 18.02-01.20,
18.02-01.159, 18.02-01.394
Боталов А.Ю. 18.02-01.446
Бочаров М.С. 18.02-01.329
Бошенятов Б.В. 18.02-01.319,
18.02-01.320
Бражкин В.В. 18.02-01.15
Британ А.Б. 18.02-01.367,
18.02-01.368
Бугрий В.Г. 18.02-01.440
Бугрий В.Г. 18.02-01.412,
18.02-01.413
Бугуева Т.В. 18.02-01.34
Будунова К.А. 18.02-01.468,
18.02-01.575
Булатов К.М. 18.02-01.29
Булатов М.Ф. 18.02-01.253
Будычев Н.А. 18.02-01.217,
18.02-01.485
Бункин Ф.В. 18.02-01.411
Буренин А.В. 18.02-01.306
Бурмак Л.И. 18.02-01.263
Бурнышев И.Н. 18.02-01.539
Быков А.А. 18.02-01.23, 18.02-01.24,
18.02-01.553
- ## В
- Вагин В.А. 18.02-01.261
Вальяно Г.Е. 18.02-01.212
Ван Кием Нгуен 18.02-01.562
Васильев Н.С. 18.02-01.143,
18.02-01.244, 18.02-01.600
Васильев С.М. 18.02-01.369
Ватульян А.О. 18.02-01.167
Величко Е.Н. 18.02-01.247
Венедиктов В.Ю. 18.02-01.229
Вербя Ю.В. 18.02-01.416
Ветчинников М.В. 18.02-01.633
Вижва С.А. 18.02-01.139
Виленский А.Р. 18.02-01.565
Виленский А.Р. 18.02-01.249
Виноградный Г.П. 18.02-01.131
Винтайкин И.Б. 18.02-01.599
Вировлянский А.Л. 18.02-01.349
Владимирский А.А. 18.02-01.515
Владимирский И.А. 18.02-01.515
Власов Д.И. 18.02-01.550
Вовк И.В. 18.02-01.93, 18.02-01.130,
18.02-01.396, 18.02-01.455,
18.02-01.457, 18.02-01.480,
18.02-01.481, 18.02-01.482,
18.02-01.489, 18.02-01.544
Вовк І.В. 18.02-01.21
Вовченко О.М. 18.02-01.429
Войтенко Е.А. 18.02-01.306
Волков М.В. 18.02-01.149
Волков С.С. 18.02-01.537
Волкомирская Л.Б. 18.02-01.411
Воловик Г.Е. 18.02-01.606
Волосюк В.К. 18.02-01.148,
18.02-01.560, 18.02-01.561,
18.02-01.593
Волынский М.А. 18.02-01.28
Воробьев Р.А. 18.02-01.526
Воронин В.В. 18.02-01.372
Воронкова Л.В. 18.02-01.125
Воропаев Г.А. 18.02-01.395
Воскобийник А.В. 18.02-01.378,
18.02-01.439
Воскобийник В.А. 18.02-01.378,
18.02-01.439
Воскобойник А.А. 18.02-01.391,
18.02-01.398, 18.02-01.399,
18.02-01.438, 18.02-01.492
Воскобойник А.В. 18.02-01.390,
18.02-01.391, 18.02-01.392,
18.02-01.395, 18.02-01.398,
18.02-01.399, 18.02-01.438,
18.02-01.492
Воскобойник В.А. 18.02-01.323,
18.02-01.339, 18.02-01.342,
18.02-01.359, 18.02-01.390,
18.02-01.391, 18.02-01.392,
18.02-01.395, 18.02-01.397,
18.02-01.398, 18.02-01.399,
18.02-01.400, 18.02-01.438,
18.02-01.492
Воскобойник О.А. 18.02-01.439
Воскобойникова Г.М. 18.02-01.361
Высоцкий А.Н. 18.02-01.165
Вьюшкина И.А. 18.02-01.124
Вяткина С.А. 18.02-01.590
- ## Г
- Гавлина А.Е. 18.02-01.280,
18.02-01.281
Гавриков А.А. 18.02-01.74
Гавриленко А.В. 18.02-01.494
Гавриленко В.И. 18.02-01.14
Гаврилов А.А. 18.02-01.202
Гаврилов Р.Л. 18.02-01.476
Гайдаров А. 18.02-01.540,
18.02-01.541
Галазюк В.А. 18.02-01.16
Галаненко В.Б. 18.02-01.80,
18.02-01.81, 18.02-01.506
Галаненко Д.В. 18.02-01.80,
18.02-01.81, 18.02-01.272,
18.02-01.506, 18.02-01.517
Гапонов С.В. 18.02-01.14
Гармаш О.В. 18.02-01.179
Гаспаров В.А. 18.02-01.614
Герасимов В.В. 18.02-01.595
Герасимов Д.Н. 18.02-01.212
Герасимов М.Ю. 18.02-01.586,
18.02-01.588
Гладких Н.Д. 18.02-01.290
Глазьев В.И. 18.02-01.82,
18.02-01.338
Глушков Е.В. 18.02-01.39
Глушкова Н.В. 18.02-01.39
Гневнышев В.Г. 18.02-01.38
Голов А.А. 18.02-01.306
Голуб М.В. 18.02-01.107,
18.02-01.520
Голых Р.Н. 18.02-01.211,
18.02-01.276, 18.02-01.279
Гольдштейн Р.В. 18.02-01.57
Голяк И.С. 18.02-01.570
Голяк Иг.С. 18.02-01.598
Голяк Ил.С. 18.02-01.243,
18.02-01.598
Гончар А.И. 18.02-01.313
Гончаренко Ю.Ю. 18.02-01.68
Горбань И.И. 18.02-01.41,
18.02-01.350
Горбань І.М. 18.02-01.305
Горбатенко М.В. 18.02-01.626,
18.02-01.631, 18.02-01.632
Горбунов Ю.Н. 18.02-01.559,
18.02-01.583
Гордеев Б.А. 18.02-01.448
Горевой А.В. 18.02-01.603
Горелов А.А. 18.02-01.347
Горовой С.В. 18.02-01.550
Горовой Ю.М. 18.02-01.271
Горшков К.А. 18.02-01.186
Гоцуленко В.В. 18.02-01.76
Гошицкий Б.Н. 18.02-01.15
Греков А.Н. 18.02-01.152
Греков Н.А. 18.02-01.152
Григорьев А.И. 18.02-01.119
Григорьева Л.О. 18.02-01.110
Гринченко В.Т. 18.02-01.66,
18.02-01.67, 18.02-01.131,
18.02-01.323, 18.02-01.339,
18.02-01.545
Гришин С.В. 18.02-01.238
Грінченко В.Т. 18.02-01.21,
18.02-01.487
Гросберг А.Ю. 18.02-01.12
Грушин С.А. 18.02-01.633
Губайдуллин Д.А. 18.02-01.48,
18.02-01.175
Губский Д.С. 18.02-01.592
Гулевич О.А. 18.02-01.411
Гулега Л.Г. 18.02-01.134,
18.02-01.461, 18.02-01.504
Гулин О.Э. 18.02-01.295
Гуров И.П. 18.02-01.149
Гусак З.Т. 18.02-01.344
- ## Д
- Давлатшоев С.К. 18.02-01.414
Данилов В.Н. 18.02-01.125,
18.02-01.528
Данилычев М.В. 18.02-01.255,
18.02-01.382, 18.02-01.383,
18.02-01.384
Дегтярев В.А. 18.02-01.633
Делицын А.Л. 18.02-01.579
Дементьева Е.В. 18.02-01.228
Дементьева Ю.С. 18.02-01.554
Демина М.А. 18.02-01.633
Денисов Г.Г. 18.02-01.14
Деревцов Е.Ю. 18.02-01.316
Дивизинюк М.М. 18.02-01.68,
18.02-01.297, 18.02-01.314
Дидковский В.С. 18.02-01.494
Дидок Н.К. 18.02-01.434
Димитриева Н.Ф. 18.02-01.169
Дитль П. 18.02-01.174
Дідковський В.С. 18.02-01.290
Дмитриев А.С. 18.02-01.586,
18.02-01.588
Дмитриев К.В. 18.02-01.53
Долгопятенко С.И. 18.02-01.137
Доманский В.Л. 18.02-01.477
Домбровская Ж.О. 18.02-01.240
Донец И.В. 18.02-01.581,
18.02-01.582
Донченко А.В. 18.02-01.557
Доровских Р.С. 18.02-01.211,
18.02-01.276, 18.02-01.279
Дорошенко О.В. 18.02-01.520
Драченко В.Н. 18.02-01.411
Дрозденко А.И. 18.02-01.97
Дрозденко О.І. 18.02-01.210

Дружинин П.А. 18.02-01.13
 Дубинский В.Н. 18.02-01.526
 Дударев А.А. 18.02-01.558,
 18.02-01.584
 Дудзинский Ю.М. 18.02-01.98,
 18.02-01.102, 18.02-01.183,
 18.02-01.274, 18.02-01.309,
 18.02-01.430
 Дудко О.В. 18.02-01.59, 18.02-01.371
 Дьяков П.А. 18.02-01.530
 Дяченко С.М. 18.02-01.273

Е

Евстифеева В.В. 18.02-01.526
 Егоров К.В. 18.02-01.223
 Елькин В.М. 18.02-01.625
 Емельянов В.В. 18.02-01.136
 Епифанцева Т.А. 18.02-01.166
 Епихин А.С. 18.02-01.372
 Еремин Ю.А. 18.02-01.213
 Ермаков Д.М. 18.02-01.255,
 18.02-01.384
 Ермакова О.В. 18.02-01.547
 Ермолаев П.А. 18.02-01.28
 Ермолаева М.А. 18.02-01.144
 Ерохин А.И. 18.02-01.205,
 18.02-01.206
 Ершов В.В. 18.02-01.424
 Есаков А.А. 18.02-01.243
 Ефременков С.А. 18.02-01.584
 Ефремов Л.В. 18.02-01.525

Ж

Жариков-Горский В.А. 18.02-01.555
 Жбадинский И.Я. 18.02-01.426
 Железков О.С. 18.02-01.530
 Женировский М.И. 18.02-01.17
 Жижин Г.Н. 18.02-01.207
 Жила С.С. 18.02-01.148,
 18.02-01.593
 Жильцов К.Н. 18.02-01.319,
 18.02-01.320
 Жмайло В.А. 18.02-01.629
 Жорников А.К. 18.02-01.411
 Жук Я.О. 18.02-01.83, 18.02-01.266,
 18.02-01.462
 Жукова А.В. 18.02-01.102,
 18.02-01.111
 Жукова Е.В. 18.02-01.149
 Журавлёв В.Ф. 18.02-01.442

З

Заварзин В.И. 18.02-01.642
 Завершинский Д.И. 18.02-01.220
 Завершинский И.П. 18.02-01.365
 Загуменный Я.В. 18.02-01.169
 Заец В.П. 18.02-01.456
 Зайцев А.В. 18.02-01.268,
 18.02-01.558, 18.02-01.584
 Заиченко А.Н. 18.02-01.572,
 18.02-01.573
 Замаренова Л.Н. 18.02-01.284,
 18.02-01.285, 18.02-01.303,
 18.02-01.326, 18.02-01.327,
 18.02-01.328, 18.02-01.330,
 18.02-01.356, 18.02-01.518
 Замураев В.П. 18.02-01.381
 Заргано Г.Ф. 18.02-01.557,
 18.02-01.590
 Зарицкий А.Р. 18.02-01.485
 Захаров Н.Н. 18.02-01.407

Зацерковский Р.А. 18.02-01.82,
 18.02-01.338, 18.02-01.504
 Здольник Г.П. 18.02-01.416
 Зевалкин Е.А. 18.02-01.250
 Земляков В.В. 18.02-01.154,
 18.02-01.590, 18.02-01.592
 Земляков В.Л. 18.02-01.154
 Землякова А.А. 18.02-01.488
 Зинин П.В. 18.02-01.254
 Зінчук Л.П. 18.02-01.160
 Зотов Д.И. 18.02-01.469,
 18.02-01.470
 Зубова Е.М. 18.02-01.524

И

Иванникова Н.В. 18.02-01.281
 Иванов С.Г. 18.02-01.250
 Иванова Ю.Е. 18.02-01.173,
 18.02-01.193, 18.02-01.376
 Ивановская А.В. 18.02-01.478,
 18.02-01.479
 Иголкин А.А. 18.02-01.443
 Ильченко Е.В. 18.02-01.211
 Исаев А.Е. 18.02-01.348
 Истомина Т.А. 18.02-01.512
 Истомина Т.И. 18.02-01.165
 Ицков В.В. 18.02-01.588

К

Кабанник А.В. 18.02-01.415
 Казарова А.Ю. 18.02-01.349
 Казарян М.А. 18.02-01.217,
 18.02-01.485
 Казарян Р.А. 18.02-01.382,
 18.02-01.383
 Калашник М.В. 18.02-01.360
 Калганова Е.С. 18.02-01.610
 Калинин А.П. 18.02-01.381
 Калинин В.И. 18.02-01.322
 Калининевич А.А. 18.02-01.383
 Калинин И.В. 18.02-01.315
 Калюжный А.Я. 18.02-01.502
 Калюжный Д.Г. 18.02-01.539
 Камруков А.С. 18.02-01.215
 Кан В.А. 18.02-01.318
 Капранов М.В. 18.02-01.578
 Каракулин Ю.В. 18.02-01.225,
 18.02-01.226, 18.02-01.333,
 18.02-01.577
 Каратеева А.А. 18.02-01.597
 Каропова Е.Д. 18.02-01.228
 Карлаш В.Л. 18.02-01.120,
 18.02-01.160, 18.02-01.161
 Карнаузов В.Г. 18.02-01.463
 Карнаухова О.В. 18.02-01.311
 Карнаухова Т.В. 18.02-01.463
 Карнеев В.М. 18.02-01.223
 Карпов А.И. 18.02-01.408
 Карсканов С.А. 18.02-01.408
 Карягин Е.В. 18.02-01.352
 Касимов М.А. 18.02-01.512
 Каткова О.С. 18.02-01.578
 Качурин Ю.Ю. 18.02-01.597
 Кеглин Б.Г. 18.02-01.22
 Кеппер М.К. 18.02-01.505
 Кечин А.Г. 18.02-01.633
 Кизилова Н.Н. 18.02-01.64
 Кинжагугов И.Ю. 18.02-01.605
 Кириловский С.В. 18.02-01.409
 Кириченко М.Н. 18.02-01.217,
 18.02-01.485
 Кириченко С.Ю. 18.02-01.422
 Кирко В.И. 18.02-01.369
 Кирмусов И.И. 18.02-01.370
 Кичулкин Д.А. 18.02-01.147,
 18.02-01.268, 18.02-01.558,
 18.02-01.584
 Клевцов А.А. 18.02-01.616
 Климов А.Е. 18.02-01.341
 Климов В.В. 18.02-01.609
 Князев М.А. 18.02-01.182
 Кобец Н.М. 18.02-01.304
 Ковалев Д.П. 18.02-01.354
 Ковалев П.Д. 18.02-01.354
 Ковалев Ю.Д. 18.02-01.163
 Коваленко А.П. 18.02-01.18,
 18.02-01.70, 18.02-01.72,
 18.02-01.156, 18.02-01.433
 Ковеня В.М. 18.02-01.128
 Коган Е.Я. 18.02-01.365
 Козирацкий Е.А. 18.02-01.140,
 18.02-01.166, 18.02-01.513
 Козицкий С.Б. 18.02-01.296
 Козлов В.Г. 18.02-01.196,
 18.02-01.197
 Козлов Н.П. 18.02-01.215
 Козлов С.А. 18.02-01.182
 Колачевский Н.Н. 18.02-01.610
 Колбнева Н.Ю. 18.02-01.119
 Колесников А.М. 18.02-01.538
 Колесников А.Н. 18.02-01.135,
 18.02-01.140, 18.02-01.165
 Колесников А.Ф. 18.02-01.219
 Колупаев Б.Б. 18.02-01.176
 Колупаев Б.С. 18.02-01.176
 Колюка Ю.Ф. 18.02-01.618
 Комаров К.А. 18.02-01.191
 Комашинская Т.С. 18.02-01.75
 Комиссарова Г.Л. 18.02-01.66,
 18.02-01.67, 18.02-01.155
 Коновалов С.Г. 18.02-01.552
 Коновалов Я.Ю. 18.02-01.25,
 18.02-01.468
 Коновалюк Т.П. 18.02-01.108
 Кононов Ю.Н. 18.02-01.158,
 18.02-01.434
 Конченко Т.А. 18.02-01.455
 Коняев Д.А. 18.02-01.579
 Коняшин В.И. 18.02-01.449
 Копьев В.Ф. 18.02-01.358,
 18.02-01.423
 Коренбаум В.И. 18.02-01.343,
 18.02-01.490, 18.02-01.549,
 18.02-01.550
 Коржик О.В. 18.02-01.127,
 18.02-01.290
 Коробко В.В. 18.02-01.267
 Коробко О.В. 18.02-01.267
 Короленко П.В. 18.02-01.45
 Корольков А.И. 18.02-01.47
 Коротин П.И. 18.02-01.124,
 18.02-01.349
 Корпусов М.О. 18.02-01.218
 Коршун К.В. 18.02-01.185
 Костерин А.В. 18.02-01.37
 Костина М.А. 18.02-01.471
 Костюхин А.С. 18.02-01.604
 Коцюба В.С. 18.02-01.504
 Кошелев С.М. 18.02-01.477
 Кравченко В.Ф. 18.02-01.27,
 18.02-01.148, 18.02-01.236,
 18.02-01.560, 18.02-01.563,
 18.02-01.593
 Кравченко О.В. 18.02-01.468
 Красавцев О.О. 18.02-01.268,
 18.02-01.558, 18.02-01.584
 Красавцев О.О.И. 18.02-01.147
 Красильников А.И. 18.02-01.73,

18.02-01.177, 18.02-01.180,
18.02-01.522
Краснопольская Т.С. 18.02-01.84,
18.02-01.94, 18.02-01.491
Кривохижа С.В. 18.02-01.485
Крицкий С.П. 18.02-01.536
Крутиков В.С. 18.02-01.78,
18.02-01.79, 18.02-01.103,
18.02-01.109
Крылов С.С. 18.02-01.419
Крюков А.В. 18.02-01.260
Крючков И.В. 18.02-01.564
Кудряшов А.С. 18.02-01.128
Кузнецов В.А. 18.02-01.250
Кузнецов Г.Н. 18.02-01.294,
18.02-01.335, 18.02-01.411
Кузовков Н.А. 18.02-01.602
Кузькин В.М. 18.02-01.335
Кукаев А.С. 18.02-01.229
Кулаков Ю.В. 18.02-01.549
Курганский В.М. 18.02-01.412
Куриляк Д.Б. 18.02-01.49
Курмаева К.В. 18.02-01.402
Курской Ю.С. 18.02-01.41
Кусливая А.А. 18.02-01.224
Кустов О.Ю. 18.02-01.150,
18.02-01.357, 18.02-01.452,
18.02-01.454
Кусгова Е.В. 18.02-01.377
Кутуза Б.Г. 18.02-01.255,
18.02-01.382, 18.02-01.383,
18.02-01.384
Кутуза И.Б. 18.02-01.254
Кучинский Э.З. 18.02-01.15
Кущевский А.Е. 18.02-01.514

Л

Ладошко О.Н. 18.02-01.497
Лазарев В.М. 18.02-01.641
Лазебный В.С. 18.02-01.507
Лановой Ю.И. 18.02-01.133
Лаптева А.А. 18.02-01.59
Ласовенко О.Р. 18.02-01.287,
18.02-01.288, 18.02-01.292,
18.02-01.293
Латышев А.В. 18.02-01.14
Лебединцев В.В. 18.02-01.334
Левин С.В. 18.02-01.113
Левичев Е.Б. 18.02-01.231
Левичев С.И. 18.02-01.509
Левченко В.В. 18.02-01.170
Левчук В.В. 18.02-01.176
Легуша Ф.Ф. 18.02-01.535
Лейко А.Г. 18.02-01.130,
18.02-01.134, 18.02-01.168,
18.02-01.461, 18.02-01.504
Лейко Н.С. 18.02-01.134,
18.02-01.341, 18.02-01.461,
18.02-01.504
Леонов В.И. 18.02-01.250
Лерер А.М. 18.02-01.574,
18.02-01.581
Ли А.В. 18.02-01.642
Липанов А.М. 18.02-01.408
Липатов И.И. 18.02-01.406
Липовецкая Г.Д. 18.02-01.341
Лисечко В.О. 18.02-01.49
Лисютин В.А. 18.02-01.282,
18.02-01.287, 18.02-01.288,
18.02-01.292, 18.02-01.293
Литвак А.Г. 18.02-01.14
Литвин О.В. 18.02-01.40
Литвиненко А.Н. 18.02-01.238
Литвинова А.Ю. 18.02-01.114

Литовченко В.Н. 18.02-01.526
Лобанов А.В. 18.02-01.50,
18.02-01.51
Лонкина Д.В. 18.02-01.592
Лопушенко И.В. 18.02-01.213
Лукьяненко Д.В. 18.02-01.218
Лукьянов П.В. 18.02-01.19,
18.02-01.99, 18.02-01.126,
18.02-01.385, 18.02-01.386,
18.02-01.387
Лупаренко Е.В. 18.02-01.445
Луценко Г.Г. 18.02-01.272,
18.02-01.312, 18.02-01.508
Лушин В.Н. 18.02-01.162
Луцкич У.Б. 18.02-01.543
Львович И.Я. 18.02-01.26
Любавин Л.Я. 18.02-01.349
Любичский А.А. 18.02-01.331,
18.02-01.332
Ляхов Г.А. 18.02-01.411
Ляхов М.А. 18.02-01.68
Ляшенко А.И. 18.02-01.257
Лящук О.І. 18.02-01.352

М

Магденко Е.П. 18.02-01.637
Мазурицкий М.И. 18.02-01.574
Макаренков А.П. 18.02-01.323,
18.02-01.339, 18.02-01.342,
18.02-01.400, 18.02-01.546
Макаренкова А.А. 18.02-01.131,
18.02-01.544, 18.02-01.545,
18.02-01.546, 18.02-01.547
Макаров М.В. 18.02-01.184
Макарова Т.В. 18.02-01.111
Макимова К.А. 18.02-01.453
Максимцев Ю.Р. 18.02-01.176
Малафеев С.И. 18.02-01.449
Малафеева А.А. 18.02-01.449
Малинина Е.В. 18.02-01.549
Мальхин А.Ю. 18.02-01.591
Мальцев А.М. 18.02-01.133
Малюга В.С. 18.02-01.396,
18.02-01.489
Маляров К.В. 18.02-01.321
Мамонтов Е.В. 18.02-01.444
Маничева Н.В. 18.02-01.183,
18.02-01.310
Мантрова Ю.В. 18.02-01.116
Манцевич С.Н. 18.02-01.246
Маргарянц Н.Б. 18.02-01.149
Мареев Е.А. 18.02-01.14
Маринин Д.А. 18.02-01.162
Маров М.Я. 18.02-01.611
Мартыанов П.С. 18.02-01.242
Марфин Е.А. 18.02-01.62
Марченко Т.А. 18.02-01.188
Маслов А.А. 18.02-01.409
Матузаева О.В. 18.02-01.324
Махно В.В. 18.02-01.574
Махно П.В. 18.02-01.574
Мадипура В.Т. 18.02-01.21,
18.02-01.71
Мадипура В.Т. 18.02-01.17,
18.02-01.63, 18.02-01.455
Мачихин А.С. 18.02-01.263,
18.02-01.388, 18.02-01.603,
18.02-01.605
Машошин А.И. 18.02-01.302
Маяцкий В.И. 18.02-01.341
Медведев А.Б. 18.02-01.622
Мелентьев П.Н. 18.02-01.608
Мелешко В.В. 18.02-01.428,
18.02-01.429

Месяц Г.А. 18.02-01.15
Мешкова Г.А. 18.02-01.514
Миланов Д.В. 18.02-01.621
Миронов О.С. 18.02-01.115,
18.02-01.576
Миронов С.Г. 18.02-01.409
Мирошниченко В.Л. 18.02-01.316
Мисоченко А.А. 18.02-01.277
Михайлов А.Г. 18.02-01.450
Михайлов В.Н. 18.02-01.625
Михайлова Т.Ю. 18.02-01.625
Михаськів В.В. 18.02-01.426
Михеева А.Н. 18.02-01.483
Мишакин В.В. 18.02-01.526
Мищенко В.П. 18.02-01.272
Могилевский И.Е. 18.02-01.44,
18.02-01.205, 18.02-01.580
Мозжаров С.Е. 18.02-01.475
Моисеенко В.А. 18.02-01.203
Моисеенко И.А. 18.02-01.157
Молевич Н.Е. 18.02-01.220,
18.02-01.269
Моргунов Ю.Н. 18.02-01.306
Морозов А.Н. 18.02-01.143,
18.02-01.239, 18.02-01.262,
18.02-01.569
Москаленко А.С. 18.02-01.509
Московко О.О. 18.02-01.267
Мошкалев П.С. 18.02-01.317
Муртазаев А.К. 18.02-01.15

Н

Назаренко А.А. 18.02-01.85,
18.02-01.121
Назаренко А.Ф. 18.02-01.85,
18.02-01.121
Назаренко О.А. 18.02-01.309
Назаров А.А. 18.02-01.278,
18.02-01.531, 18.02-01.532
Назаров С.А. 18.02-01.227
Найда С.А. 18.02-01.132,
18.02-01.500, 18.02-01.503,
18.02-01.543
Намсараева Г.В. 18.02-01.35
Наседкин А.В. 18.02-01.54,
18.02-01.95, 18.02-01.336
Наумов А.А. 18.02-01.603
Нгуен В.Х. 18.02-01.593
Недосека А.Я. 18.02-01.516
Незнамов В.П. 18.02-01.624,
18.02-01.627, 18.02-01.628,
18.02-01.630, 18.02-01.635
Некрасов И.А. 18.02-01.15
Немченко Д.С. 18.02-01.61
Неручев Ю.А. 18.02-01.200
Нестеренко Н.П. 18.02-01.533
Нестеров В.А. 18.02-01.276,
18.02-01.279
Нестеров С.В. 18.02-01.74
Нестерук И.Г. 18.02-01.492
Нестерук И.Н. 18.02-01.261
Неумоин Ф.А. 18.02-01.270
Нечаев С.К. 18.02-01.607
Нижник А.И. 18.02-01.345
Никитенко В.М. 18.02-01.106
Никитенко В.Н. 18.02-01.428,
18.02-01.467
Никитин А.К. 18.02-01.207,
18.02-01.241, 18.02-01.595
Никитин В.А. 18.02-01.416
Никитов С.А. 18.02-01.238
Никитченко Ю.А. 18.02-01.221
Никишов В.И. 18.02-01.399
Николаенко А.С. 18.02-01.348

Николюк Н.С. 18.02-01.298,
18.02-01.299, 18.02-01.300,
18.02-01.301
Нікітєнко А.В. 18.02-01.429
Новиков Д.А. 18.02-01.280,
18.02-01.281
Новиков И.Д. 18.02-01.613
Новицкий П.Н. 18.02-01.147,
18.02-01.268
Носов В.Н. 18.02-01.250
Носов П.А. 18.02-01.258,
18.02-01.259
Нуриджанян В.А. 18.02-01.236

О

Овсиенко М.А. 18.02-01.510,
18.02-01.516
Овсянникова Т.Н. 18.02-01.478,
18.02-01.479
Одокиенко А.В. 18.02-01.594
Ожиганова М.И. 18.02-01.68
Олійник В.Н. 18.02-01.164,
18.02-01.486
Олійник В.Н. 18.02-01.488
Олійник В.Н. 18.02-01.435,
18.02-01.487
Ольнев А.А. 18.02-01.605
Омельченко А.В. 18.02-01.331
Онанко А.П. 18.02-01.139,
18.02-01.521, 18.02-01.523,
18.02-01.529
Онанко Ю.А. 18.02-01.139,
18.02-01.521, 18.02-01.523,
18.02-01.529
Онищук В.Я. 18.02-01.86
Онїщенко А.М. 18.02-01.523
Орлов Ю.А. 18.02-01.415
Орошук И.М. 18.02-01.555
Осипенко Н.М. 18.02-01.57
Осипчук Л.Н. 18.02-01.456
Осмехин А.Н. 18.02-01.448
Остапенко В.В. 18.02-01.619
Остросаблин Н.И. 18.02-01.46
Отто К.В. 18.02-01.136
Охулков С.Н. 18.02-01.448
Очиров А.А. 18.02-01.222

П

Павликов В.В. 18.02-01.251,
18.02-01.560, 18.02-01.561,
18.02-01.562, 18.02-01.593,
18.02-01.594
Павлов И.И. 18.02-01.334
Павловский А.С. 18.02-01.535
Паймушин В.Н. 18.02-01.184
Пак Н.И. 18.02-01.369
Пальчиковский В.В. 18.02-01.357,
18.02-01.424, 18.02-01.452
Панин А.А. 18.02-01.218
Панин С.Б. 18.02-01.60
Панич А.А. 18.02-01.534
Панич Е.А. 18.02-01.534,
18.02-01.591
Паньков А.А. 18.02-01.465
Папков С.О. 18.02-01.190,
18.02-01.283, 18.02-01.286,
18.02-01.427, 18.02-01.436
Папкова Ю.И. 18.02-01.283,
18.02-01.286, 18.02-01.289
Пашаев Б.П. 18.02-01.204
Пашкевич В.В. 18.02-01.620
Пашук Е.Г. 18.02-01.204
Пейгин С.В. 18.02-01.389

Пелиновский Е.Н. 18.02-01.117,
18.02-01.186
Пережелкин В.В. 18.02-01.417,
18.02-01.418
Переселков С.А. 18.02-01.335
Перфилов А.М. 18.02-01.602
Петников В.Г. 18.02-01.411
Петрищев О.Н. 18.02-01.87,
18.02-01.88, 18.02-01.232,
18.02-01.483, 18.02-01.519
Петров А.С. 18.02-01.146
Петров П.С. 18.02-01.296
Петросян М.М. 18.02-01.588
Петряхин Д.А. 18.02-01.443
Печерный В.А. 18.02-01.101
Печук Е.Д. 18.02-01.491
Пикунов В.М. 18.02-01.205,
18.02-01.206
Пишаев Н. 18.02-01.264
Писарев П.В. 18.02-01.453,
18.02-01.465
Пичугина Ю.В. 18.02-01.247
Платов С.И. 18.02-01.530
Плескач М.Г. 18.02-01.168
Поблет-Пуиг Ж. 18.02-01.123
Погонин В.И. 18.02-01.250
Подлипенская Л.Е. 18.02-01.137
Подинчук А.Е. 18.02-01.60,
18.02-01.332
Пожар В.Э. 18.02-01.252,
18.02-01.253, 18.02-01.388
Поздеев Л.В. 18.02-01.450
Полобюк Т.А. 18.02-01.73
Половников К. 18.02-01.607
Поплавская Т.В. 18.02-01.409
Попов В.Г. 18.02-01.40
Попов М.Г. 18.02-01.587
Попов С.А. 18.02-01.139,
18.02-01.523
Потемкин А.В. 18.02-01.149
Почекутова И.А. 18.02-01.490
Почукаев В.Н. 18.02-01.417
Преображенский А.П. 18.02-01.26
Прилуцкий А.А. 18.02-01.43,
18.02-01.145, 18.02-01.571
Присекин В.Л. 18.02-01.162
Продайвода Г.Т. 18.02-01.139,
18.02-01.521, 18.02-01.523,
18.02-01.529
Продеев А.Н. 18.02-01.181,
18.02-01.494, 18.02-01.496,
18.02-01.498, 18.02-01.543
Протасов Ю.С. 18.02-01.215,
18.02-01.366
Прохоров В.Е. 18.02-01.122
Прохоров И.В. 18.02-01.318
Пугачев С.И. 18.02-01.535
Пустовойт В.И. 18.02-01.563
Пушин Н.А. 18.02-01.389
Пьянков К.С. 18.02-01.407
Пятецкая Е.В. 18.02-01.464

Р

Рагозина В.Е. 18.02-01.173,
18.02-01.193, 18.02-01.371,
18.02-01.376
Радченко А.К. 18.02-01.200
Радченко Г.С. 18.02-01.591
Ратис Ю.Л. 18.02-01.636
Редаелли А. 18.02-01.492
Редько Ю.Б. 18.02-01.458,
18.02-01.459, 18.02-01.460
Резников А.Е. 18.02-01.411
Рейзенкинд Я.А. 18.02-01.582

Ремизов А.Л. 18.02-01.537
Ремнев М.А. 18.02-01.609
Ризаханов Р.Н. 18.02-01.223
Ровенко В.В. 18.02-01.44
Рогозинский Г.Г. 18.02-01.466
Родионов С.П. 18.02-01.446
Рожкова Е.В. 18.02-01.30
Розина Е.Ю. 18.02-01.209
Романенко П.Ю. 18.02-01.439
Романов В.Г. 18.02-01.33,
18.02-01.317
Роменский Е.И. 18.02-01.171
Росницкий П.Б. 18.02-01.476
Рубаков В.А. 18.02-01.1
Рубаник В.В. 18.02-01.277,
18.02-01.277, 18.02-01.532
Руденко О.В. 18.02-01.14
Рудницкий А.Г. 18.02-01.484
Рудницкий А.Л. 18.02-01.367
Рудницкий А.Я. 18.02-01.368
Рудько Б.Ф. 18.02-01.478,
18.02-01.479
Рудяк В.Я. 18.02-01.31
Руженцев Н.В. 18.02-01.148
Ружицкая Д.Д. 18.02-01.45
Румянцева О.Д. 18.02-01.470
Руснак В.Н. 18.02-01.504
Рыбалка Т.А. 18.02-01.473
Рыжикова Ю.В. 18.02-01.45,
18.02-01.240
Рыжов А.И. 18.02-01.586,
18.02-01.588
Рыков А.Н. 18.02-01.527
Рыкованов Г.Н. 18.02-01.15
Рытов Е.Ю. 18.02-01.535

С

Сабиров Р.Р. 18.02-01.196
Савин А.С. 18.02-01.250
Савин Ю.В. 18.02-01.242
Савина И.В. 18.02-01.341
Саворский В.П. 18.02-01.255,
18.02-01.384
Савченко В.В. 18.02-01.499
Савчук В.Н. 18.02-01.91
Савчук Т.Л. 18.02-01.474
Садик С. 18.02-01.421
Садковская Н.Е. 18.02-01.536
Садковский Б.П. 18.02-01.536
Садьков А.Д. 18.02-01.171
Сазонов Д.Д. 18.02-01.576
Салащенко Н.Н. 18.02-01.14
Салиенко А.Е. 18.02-01.447
Салин Б.М. 18.02-01.308
Салин М.Б. 18.02-01.308
Самигуллина А.А. 18.02-01.532
Самохвалов А.А. 18.02-01.149
Самсонов Д.А. 18.02-01.256
Сапожникова Н.А. 18.02-01.316
Сафин А.И. 18.02-01.443
Сафин А.Р. 18.02-01.578
Сафина Г.Ф. 18.02-01.77
Сафронов И.И. 18.02-01.627
Сафронова М.А. 18.02-01.490,
18.02-01.549
Свердлов Б.Г. 18.02-01.564
Светкин М.И. 18.02-01.205,
18.02-01.206, 18.02-01.556
Свеличный С.И. 18.02-01.239,
18.02-01.262
Свешников А.Г. 18.02-01.553
Седов С.Ю. 18.02-01.632
Селезов И.Т. 18.02-01.233,
18.02-01.234, 18.02-01.235,

18.02-01.311
 Сематюк М.В. 18.02-01.504
 Семенко Р.Е. 18.02-01.36
 Семенов А.М. 18.02-01.507
 Семенов В.Ю. 18.02-01.482,
 18.02-01.502
 Семенова Н.Г. 18.02-01.535
 Семенюк Д.Н. 18.02-01.515
 Сенницкий В.Л. 18.02-01.58
 Сенченков И.К. 18.02-01.273,
 18.02-01.533
 Сенченков И.К. 18.02-01.266,
 18.02-01.462
 Сергеев А.М. 18.02-01.14
 Сигалаев С.К. 18.02-01.223
 Сидлецкий В.А. 18.02-01.176
 Синильщиков И.В. 18.02-01.411
 Синько В.Г. 18.02-01.75
 Синявский Г.П. 18.02-01.237,
 18.02-01.589
 Сиротенко П.Т. 18.02-01.413
 Скворцов Э.В. 18.02-01.37
 Скипа М.И. 18.02-01.89,
 18.02-01.284, 18.02-01.285,
 18.02-01.298, 18.02-01.299,
 18.02-01.300, 18.02-01.301,
 18.02-01.303, 18.02-01.325,
 18.02-01.326, 18.02-01.327,
 18.02-01.328, 18.02-01.329,
 18.02-01.330, 18.02-01.356,
 18.02-01.518
 Скоробогатых И.В. 18.02-01.417,
 18.02-01.420
 Скрасанова И.В. 18.02-01.198
 Скрылёв А.В. 18.02-01.591
 Слабиков Б.А. 18.02-01.536
 Слиозберг Т.М. 18.02-01.85,
 18.02-01.121
 Смаришев М.Д. 18.02-01.347
 Смидович О.В. 18.02-01.338
 Смирнов А.А. 18.02-01.605
 Смирнов И.П. 18.02-01.302,
 18.02-01.322
 Смітюк Н.М. 18.02-01.275,
 18.02-01.410
 Смидович О.В. 18.02-01.82
 Смоляр В.В. 18.02-01.400
 Смычков Е.Е. 18.02-01.68
 Снарский А.А. 18.02-01.17
 Собакин И.А. 18.02-01.477
 Собоков А.Д. 18.02-01.594
 Сое В.Я. 18.02-01.418
 Сокол Г.И. 18.02-01.65, 18.02-01.90,
 18.02-01.91, 18.02-01.104,
 18.02-01.112, 18.02-01.187,
 18.02-01.351, 18.02-01.353,
 18.02-01.364, 18.02-01.393,
 18.02-01.422, 18.02-01.472,
 18.02-01.473
 Солдатов А.А. 18.02-01.471
 Солдатов А.И. 18.02-01.471
 Соловьев В.А. 18.02-01.147,
 18.02-01.268
 Сорокин П.В. 18.02-01.471
 Сотникова Т.А. 18.02-01.457
 Софронов В.Н. 18.02-01.629
 Спиричев Ю.А. 18.02-01.615
 Старик А.М. 18.02-01.367,
 18.02-01.368, 18.02-01.370
 Старовойт Я.И. 18.02-01.346
 Старовойтов В.Н. 18.02-01.404
 Степанова К.А. 18.02-01.604
 Степанович В.М. 18.02-01.439
 Степанюк О.І. 18.02-01.426
 Стихно К.А. 18.02-01.617

Столяров В.В. 18.02-01.277
 Сторожев В.И. 18.02-01.55,
 18.02-01.224
 Стуленков А.В. 18.02-01.349
 Субботин С.В. 18.02-01.196,
 18.02-01.197
 Суворов А.С. 18.02-01.124
 Сулим Г.Т. 18.02-01.16, 18.02-01.86,
 18.02-01.192
 Суржиков С.Т. 18.02-01.638
 Сурис Р.А. 18.02-01.14
 Суровяткина Е.Д. 18.02-01.578
 Сухарьков А.О. 18.02-01.309
 Сухарьков О.В. 18.02-01.105,
 18.02-01.274
 Сухинин С.В. 18.02-01.291,
 18.02-01.379, 18.02-01.380
 Сухомлинов Л.Г. 18.02-01.194
 Сучков А.Н. 18.02-01.555
 Сучков В.Б. 18.02-01.225,
 18.02-01.226
 Суценко А.А. 18.02-01.318

Т

Та Тху Ч. 18.02-01.595
 Та Тху Чанг 18.02-01.241
 Табалина А.С. 18.02-01.601
 Тагильцев А.А. 18.02-01.343,
 18.02-01.550
 Талько О.В. 18.02-01.140,
 18.02-01.191
 Тамбовцев Г.А. 18.02-01.26
 Тарасов В.И. 18.02-01.536
 Татаренко Е.А. 18.02-01.158
 Татаренко Н.И. 18.02-01.223
 Таткеева Г.Г. 18.02-01.425
 Теймурян А. 18.02-01.405
 Терещенко А.А. 18.02-01.268
 Тесленко Л.О. 18.02-01.140
 Тикалов А.В. 18.02-01.525
 Тилляева Н.И. 18.02-01.407
 Тимонин В.И. 18.02-01.144
 Тимошенко В.А. 18.02-01.450
 Тимошук Е.Н. 18.02-01.561,
 18.02-01.562
 Тимченко С.В. 18.02-01.389
 Титов С.С. 18.02-01.402
 Тихонов В.В. 18.02-01.238
 Тішаєв І.В. 18.02-01.412
 Ткаченко В.А. 18.02-01.416
 Толстихина И.Ю. 18.02-01.612
 Трапезон К.А. 18.02-01.431,
 18.02-01.437
 Третьякова Л.В. 18.02-01.314,
 18.02-01.324
 Трохименко Н.А. 18.02-01.456
 Троценко Я.П. 18.02-01.21
 Троян Р.Р. 18.02-01.157
 Трунов О.О. 18.02-01.71
 Трушко Н.С. 18.02-01.519
 Тугазаков Р.Я. 18.02-01.406
 Туганов В.Г. 18.02-01.441
 Турыгин С.Ю. 18.02-01.383
 Тучин В.Т. 18.02-01.65
 Тучина У.Н. 18.02-01.65,
 18.02-01.187, 18.02-01.364
 Тучкин Ю.А. 18.02-01.60

У

Уваров А.В. 18.02-01.586
 Улитко А.Ф. 18.02-01.432
 Улитко И.А. 18.02-01.92,
 18.02-01.100, 18.02-01.440

Улітко І.А. 18.02-01.61, 18.02-01.106
 Унал И. 18.02-01.60
 Урманчев С.Ф. 18.02-01.153
 Устинов В.В. 18.02-01.15

Ф

Фадеев А.В. 18.02-01.252
 Федорин Ю.А. 18.02-01.89
 Федорков В.Г. 18.02-01.605
 Федоров А.В. 18.02-01.604
 Федоров Ю.В. 18.02-01.48,
 18.02-01.175
 Федотов Е.С. 18.02-01.150,
 18.02-01.454
 Федянин М.Р. 18.02-01.641
 Феклистова Е.В. 18.02-01.151
 Филатов Ю.В. 18.02-01.229
 Филиппова А.С. 18.02-01.418,
 18.02-01.419
 Фильштинский Л.А. 18.02-01.163
 Фиоре Б. 18.02-01.492
 Фомин В.П. 18.02-01.633
 Фукалов В.А. 18.02-01.539
 Фуфурин И.Л. 18.02-01.239,
 18.02-01.262, 18.02-01.569
 Фуцзян Ян 18.02-01.432

Х

Хабарова К.Ю. 18.02-01.610
 Хабиров С.В. 18.02-01.375
 Хазанов Е.А. 18.02-01.14
 Хайретдинов М.С. 18.02-01.361
 Харитонов А.В. 18.02-01.623,
 18.02-01.634
 Харитонов Ю.П. 18.02-01.605
 Харченко Л.Ф. 18.02-01.510,
 18.02-01.516
 Хасанов И.Ш. 18.02-01.207,
 18.02-01.241, 18.02-01.261,
 18.02-01.595
 Хасанов Н.А. 18.02-01.380
 Хатунцева З.В. 18.02-01.311
 Хачисевки Х. 18.02-01.405
 Хилько А.И. 18.02-01.302,
 18.02-01.322
 Хлебников Ф.Б. 18.02-01.579
 Хмелев В.Н. 18.02-01.113,
 18.02-01.211, 18.02-01.276,
 18.02-01.279
 Холшевников К.В. 18.02-01.621
 Хоменко А.Г. 18.02-01.504
 Хоменко А.І. 18.02-01.538
 Хоменко Р.В. 18.02-01.523
 Хорохорин А.И. 18.02-01.261
 Хохлов Д.Д. 18.02-01.245
 Хохлова В.А. 18.02-01.476
 Храмов Н.Е. 18.02-01.372
 Храмов И.В. 18.02-01.357,
 18.02-01.423, 18.02-01.452

Ц

Царегородцев Е.Л. 18.02-01.558,
 18.02-01.584
 Царенко Ю.В. 18.02-01.532
 Цветковская С.М. 18.02-01.581
 Циркунова О.О. 18.02-01.263
 Цуканова Е.С. 18.02-01.22
 Цыганок С.Н. 18.02-01.113

Ч

Чайков Л.Л. 18.02-01.485

Чапурский В.В. 18.02-01.564,
18.02-01.568
Чачков Д.В. 18.02-01.62
Чашечкин Ю.Д. 18.02-01.169
Чеверда В.А. 18.02-01.415
Червинко О.П. 18.02-01.273,
18.02-01.533
Черенкова Е.С. 18.02-01.357,
18.02-01.423
Черепанов И.Е. 18.02-01.452
Черкесова Л.В. 18.02-01.237,
18.02-01.572, 18.02-01.573,
18.02-01.589
Чернозатонский Л.А. 18.02-01.230
Чернышев С.А. 18.02-01.358
Чернышев С.Л. 18.02-01.142,
18.02-01.248, 18.02-01.249,
18.02-01.565
Чесноков А.А. 18.02-01.32
Ческая Т.Ю. 18.02-01.141
Чесский Ю.В. 18.02-01.141,
18.02-01.337
Чехов В.Н. 18.02-01.190,
18.02-01.427
Чиркунов Ю.А. 18.02-01.172
Чичирин Е.Н. 18.02-01.504
Чміленко Ф.О. 18.02-01.275
Човнюк Ю.В. 18.02-01.478,
18.02-01.479
Чопоров О.Н. 18.02-01.26
Чуриков Д.В. 18.02-01.27,
18.02-01.236, 18.02-01.563
Чухлебова А.В. 18.02-01.68,
18.02-01.314
Чхало Н.И. 18.02-01.14

Ш

Шабатура А.В. 18.02-01.523
Шайдулин В.Ш. 18.02-01.621
Шайдуров В.В. 18.02-01.228
Шакура В.А. 18.02-01.211

Шаламов Г.Н. 18.02-01.237,
18.02-01.589
Шалунов А.В. 18.02-01.276,
18.02-01.279
Шалунова А.В. 18.02-01.276
Шальмов Е.В. 18.02-01.229
Шамарин А.Ю. 18.02-01.133,
18.02-01.134, 18.02-01.340
Шамарин Ю.Е. 18.02-01.134
Шанин А.В. 18.02-01.47,
18.02-01.123
Шапарь Е.М. 18.02-01.39
Шапкина Н.Е. 18.02-01.505
Шараевский Ю.П. 18.02-01.238
Шариф М. 18.02-01.421
Шарфарец Б.П. 18.02-01.52
Шафранюк А.В. 18.02-01.302
Швец А.Ю. 18.02-01.96, 18.02-01.101
Шведь Е.С. 18.02-01.127
Шебелев А.В. 18.02-01.202
Шевелько В.П. 18.02-01.612
Шевцова М.С. 18.02-01.167
Шевченко В.Н. 18.02-01.582
Шемарулин В.Е. 18.02-01.627,
18.02-01.628
Шематович В.И. 18.02-01.611
Шепелева Е.А. 18.02-01.571
Шиврин М.В. 18.02-01.194
Ширнен А.А. 18.02-01.373,
18.02-01.374
Ширяев А.Д. 18.02-01.550
Ширяева С.О. 18.02-01.119
Шишкин Ю.Е. 18.02-01.152
Шищенко М.Ю. 18.02-01.147,
18.02-01.268
Шлемов Ю.Ф. 18.02-01.124
Шлычек Л.И. 18.02-01.313
Шохин А.Е. 18.02-01.448
Шпак А.Н. 18.02-01.107
Шпак В.А. 18.02-01.56
Штельман Л.В. 18.02-01.596
Шульгина Ю.В. 18.02-01.471
Шульд Р. 18.02-01.174

Шумейко И.П. 18.02-01.297,
18.02-01.304
Шундель А.И. 18.02-01.313
Шургалина Е.Г. 18.02-01.186
Шуруп А.С. 18.02-01.470
Шурыгин А.В. 18.02-01.388
Шустова Е.Н. 18.02-01.453
Шут В.Н. 18.02-01.475

Э

Эвко І.Г. 18.02-01.538

Ю

Юдин М.А. 18.02-01.358
Юлдашев П.В. 18.02-01.476
Юрковский В.С. 18.02-01.118,
18.02-01.291, 18.02-01.379
Юрченко М.Е. 18.02-01.467
Юшков Е.В. 18.02-01.218

Я

Яздья С.Г. 18.02-01.405
Якименко Н.Н. 18.02-01.189
Яковлев В.В. 18.02-01.416
Яковлев Ю.О. 18.02-01.604
Яландин М.И. 18.02-01.15
Янилкин Ю.В. 18.02-01.629
Янченко В.В. 18.02-01.475
Яременко М.А. 18.02-01.510,
18.02-01.516
Яровой Л.К. 18.02-01.136,
18.02-01.138
Ярошенко А.А. 18.02-01.282,
18.02-01.283, 18.02-01.286,
18.02-01.287, 18.02-01.288,
18.02-01.292, 18.02-01.293,
18.02-01.315
Ярощук И.О. 18.02-01.295
Яхно Л.В. 18.02-01.195

УКАЗАТЕЛЬ ИСТОЧНИКОВ

Журналы

- T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2017. 11, № 11
18.02-01.334
- T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2018. 12, № 1
18.02-01.466
- Актуальные направления научных исследований 21 века: теория и практика. 2017. 5, № 10 **18.02-01.445**
- Акустический вестник (Акустичний вісник, укр.) 2015. 17, № 3
18.02-01.120, 18.02-01.121, 18.02-01.176, 18.02-01.359, 18.02-01.416
- Акустический журнал. 2018. 64, № 2 **18.02-01.47, 18.02-01.48, 18.02-01.53, 18.02-01.60, 18.02-01.62, 18.02-01.123, 18.02-01.124, 18.02-01.295, 18.02-01.296, 18.02-01.302, 18.02-01.306, 18.02-01.308, 18.02-01.322, 18.02-01.347, 18.02-01.349, 18.02-01.360**
- Аэрокосмическая техника, высокие технологии и инновации. 2017, № 1 **18.02-01.150, 18.02-01.151, 18.02-01.357, 18.02-01.423, 18.02-01.424, 18.02-01.443, 18.02-01.452, 18.02-01.453, 18.02-01.454, 18.02-01.465, 18.02-01.524**
- Вестн Том. гос. ун-та. Математика и механика. 2018, № 1
18.02-01.320, 18.02-01.446
- Вестн. Казан. технол. ун-та. 2018. 21, № 1 **18.02-01.414**
- Вестн. Челяб. гос. ун-та. 2011, № 3 **18.02-01.441**
- Вестник машиностроения. 2018, № 1 **18.02-01.537**
- Вестник машиностроения. 2018, № 2 **18.02-01.448, 18.02-01.449**
- Вестник МГУ. Серия 3: Физика. Астрономия. 2017, № 4
18.02-01.38
- Вестник МГУ. Серия 3: Физика. Астрономия. 2017, № 5
18.02-01.186
- Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика. 2016, № 1
18.02-01.319, 18.02-01.389
- Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 1: Математика. Механика. Астрономия. 2017. 4, № 4
18.02-01.377, 18.02-01.620, 18.02-01.621
- Вопросы атомной науки и техники. Серия: Теоретическая и прикладная физика. 2017, № 1 **18.02-01.622, 18.02-01.623, 18.02-01.624, 18.02-01.625**
- Вопросы атомной науки и техники. Серия: Теоретическая и прикладная физика. 2017, № 2 **18.02-01.626, 18.02-01.627, 18.02-01.628, 18.02-01.629**
- Вопросы атомной науки и техники. Серия: Теоретическая и прикладная физика. 2017, № 3 **18.02-01.630, 18.02-01.631, 18.02-01.632, 18.02-01.633, 18.02-01.634, 18.02-01.635**
- Ж. эксперим. и теор. физ. 2018. 153, № 2 **18.02-01.421**
- Ж. эксперим. и теор. физ. 2018. 153, № 4 **18.02-01.122**
- Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2018. 84, № 2 **18.02-01.526**
- Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2018. 61, № 2 **18.02-01.525**
- Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2018, № 2
18.02-01.36, 18.02-01.37, 18.02-01.119, 18.02-01.174, 18.02-01.175, 18.02-01.196, 18.02-01.202, 18.02-01.219, 18.02-01.221, 18.02-01.358, 18.02-01.405, 18.02-01.406, 18.02-01.407, 18.02-01.637, 18.02-01.638
- Известия РАН. Механика твердого тела. 2018, № 1
18.02-01.30, 18.02-01.57, 18.02-01.74, 18.02-01.193, 18.02-01.371, 18.02-01.442
- Известия РАН. Серия физическая. 2018. 82, № 1
18.02-01.222, 18.02-01.469, 18.02-01.470
- Известия Российской академии наук. Серия математическая. 2018. 82, № 2 **18.02-01.218**
- Известия Томского политехнического университета. 2011. 319, № 2 **18.02-01.450**
- Измерительная техника. 2002, № 4 **18.02-01.154**
- Измерительная техника. 2018, № 1 **18.02-01.348, 18.02-01.499**
- Инженерная физика. 2018, № 1 **18.02-01.363, 18.02-01.636**
- Квантовая электроника. 2018. 48, № 2 **18.02-01.182, 18.02-01.229**
- Контроль. Диагностика. 2018, № 2 **18.02-01.125, 18.02-01.471, 18.02-01.527**
- Контроль. Диагностика. 2018, № 3 **18.02-01.528**
- Космонавтика и ракетостроение. 2018, № 1 **18.02-01.194, 18.02-01.372, 18.02-01.417, 18.02-01.418, 18.02-01.419, 18.02-01.420, 18.02-01.617, 18.02-01.618**
- Кровельные и изоляционные материалы. 2016, № 3
18.02-01.458
- Кровельные и изоляционные материалы. 2016, № 4
18.02-01.459
- Кровельные и изоляционные материалы. 2016, № 6
18.02-01.460
- Морские интеллектуальные технологии. 2017. 3, № 3
18.02-01.447
- Морские интеллектуальные технологии. 2017. 3, № 4
18.02-01.535
- Наукоемкие технологии. 2018. 19, № 1 **18.02-01.536**
- Науч. приборостр. 2018. 28, № 1 **18.02-01.52**
- Научный вестник Новосибирского гос. техн. ун-та (НГТУ). 2014, № 2 **18.02-01.425**
- Научный вестник Новосибирского гос. техн. ун-та (НГТУ). 2014, № 4 **18.02-01.162**
- Нелинейный мир. 2018. 16, № 1 **18.02-01.639, 18.02-01.640**
- Оптика атмосферы и океана. 2018. 31, № 3 **18.02-01.217, 18.02-01.485**
- Письма в Журнал технической физики. 2018. 44, № 5
18.02-01.220
- Письма в Журнал технической физики. 2018. 44, № 6
18.02-01.238, 18.02-01.409
- Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. 2018, № 2 **18.02-01.212**
- Прикладная математика и вопросы управления. 2017, № 1
18.02-01.184
- Прикладная механика и техническая физика. 2018. 59, № 1
18.02-01.197, 18.02-01.408
- Радио. 2017, № 12 **18.02-01.264**
- Радио. 2018, № 2 **18.02-01.540**
- Радио. 2018, № 3 **18.02-01.541**
- Радиоэлектроника и информатика. 2004, № 2 **18.02-01.478**
- Радиоэлектроника и информатика. 2004, № 3 **18.02-01.479**
- Сибирский журнал индустриальной математики. 2000. 3, № 1
18.02-01.373
- Сибирский журнал индустриальной математики. 2000. 3, № 2
18.02-01.374
- Сибирский журнал индустриальной математики. 2004. 7, № 2
18.02-01.75, 18.02-01.415
- Сибирский журнал индустриальной математики. 2005. 8, № 3
18.02-01.31, 18.02-01.402
- Сибирский журнал индустриальной математики. 2006. 9, № 4
18.02-01.316
- Сибирский журнал индустриальной математики. 2007. 10, № 1
18.02-01.375
- Сибирский журнал индустриальной математики. 2008. 11, № 3
18.02-01.32
- Сибирский журнал индустриальной математики. 2008. 11, № 4
18.02-01.153
- Сибирский журнал индустриальной математики. 2009. 12, № 3
18.02-01.118, 18.02-01.195
- Сибирский журнал индустриальной математики. 2009. 12, № 4
18.02-01.58
- Сибирский журнал индустриальной математики. 2010. 13, № 1
18.02-01.403
- Сибирский журнал индустриальной математики. 2010. 13, № 3
18.02-01.171
- Сибирский журнал индустриальной математики. 2010. 13, № 4
18.02-01.172
- Сибирский журнал индустриальной математики. 2011. 14, № 1
18.02-01.227
- Сибирский журнал индустриальной математики. 2011. 14, № 2

- 18.02-01.33
Сибирский журнал индустриальной математики. 2011. 14, № 3
18.02-01.317
- Сибирский журнал индустриальной математики. 2011. 14, № 4
18.02-01.76, 18.02-01.291, 18.02-01.444
- Сибирский журнал индустриальной математики. 2012. 15, № 3
18.02-01.77
- Сибирский журнал индустриальной математики. 2013. 16, № 1
18.02-01.59, 18.02-01.228, 18.02-01.379, 18.02-01.380
- Сибирский журнал индустриальной математики. 2013. 16, № 2
18.02-01.51
- Сибирский журнал индустриальной математики. 2013. 16, № 3
18.02-01.185
- Сибирский журнал индустриальной математики. 2014. 17, № 1
18.02-01.619
- Сибирский журнал индустриальной математики. 2014. 17, № 2
18.02-01.34, 18.02-01.376
- Сибирский журнал индустриальной математики. 2015. 18, № 2
18.02-01.173, 18.02-01.318
- Сибирский журнал индустриальной математики. 2015. 18, № 3
18.02-01.404
- Сибирский журнал индустриальной математики. 2015. 18, № 4
18.02-01.361
- Сибирский журнал индустриальной математики. 2016. 19, № 1
18.02-01.46
- Сибирский журнал индустриальной математики. 2016. 19, № 2
18.02-01.128
- Сибирский журнал индустриальной математики. 2016. 19, № 3
18.02-01.35
- Системы контроля окружающей среды. 2017, № 10
18.02-01.152
- Теплофиз. высок. температур. 1977. 15, № 5 18.02-01.366
- Теплофиз. высок. температур. 1978. 16, № 6 18.02-01.215
- Теплофиз. высок. температур. 1983. 21, № 3 18.02-01.204
- Теплофиз. высок. температур. 1987. 25, № 5 18.02-01.367
- Теплофиз. высок. температур. 1989. 27, № 1 18.02-01.368
- Теплофиз. высок. температур. 1989. 27, № 5 18.02-01.369,
18.02-01.370
- Теплофиз. высок. температур. 1991. 29, № 1 18.02-01.216
- Теплофиз. высок. температур. 1991. 29, № 2 18.02-01.270
- Теплофиз. высок. температур. 1991. 29, № 4 18.02-01.201
- Теплофиз. высок. температур. 1992. 30, № 1 18.02-01.401
- Теплофиз. высок. температур. 1992. 30, № 6 18.02-01.355,
18.02-01.362
- Теплофиз. высок. температур. 1994. 32, № 1 18.02-01.208
- Теплофиз. высок. температур. 2000. 38, № 2 18.02-01.365
- Теплофиз. высок. температур. 2001. 39, № 6 18.02-01.269
- Теплофиз. высок. температур. 2018. 56, № 1 18.02-01.200
- Теплофиз. и аэромех. 2018, № 1 18.02-01.381
- Труды ИОФАН. 2017. 73 18.02-01.294, 18.02-01.335,
18.02-01.411
- УФН. 2018. 188, № 1 18.02-01.1, 18.02-01.2, 18.02-01.11,
18.02-01.12, 18.02-01.13, 18.02-01.14, 18.02-01.214,
18.02-01.230, 18.02-01.231, 18.02-01.606, 18.02-01.607
- УФН. 2018. 188, № 2 18.02-01.15, 18.02-01.608,
18.02-01.609, 18.02-01.610
- УФН. 2018. 188, № 3 18.02-01.117, 18.02-01.611,
18.02-01.612, 18.02-01.613, 18.02-01.614, 18.02-01.615,
18.02-01.616
- Фундаментальная и прикладная гидрофизика. 2018. 11, № 1
18.02-01.321, 18.02-01.354
- Химическая физика и мезоскопия. 2017. 19, № 4
18.02-01.539

Конференции и сборники

- Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 10-я междунар. конф., 1—4 окт. 2017 г., Суздаль, Россия. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2017 18.02-01.26, 18.02-01.27, 18.02-01.28, 18.02-01.29, 18.02-01.44, 18.02-01.45, 18.02-01.115, 18.02-01.116, 18.02-01.145, 18.02-01.146, 18.02-01.147, 18.02-01.148, 18.02-01.149, 18.02-01.205, 18.02-01.206, 18.02-01.207, 18.02-01.213, 18.02-01.226, 18.02-01.237, 18.02-01.253, 18.02-01.254, 18.02-01.255, 18.02-01.256, 18.02-01.257, 18.02-01.258, 18.02-01.259, 18.02-01.260, 18.02-01.261, 18.02-01.262, 18.02-01.263, 18.02-01.280, 18.02-01.281, 18.02-01.384, 18.02-01.468, 18.02-01.477, 18.02-01.505, 18.02-01.534, 18.02-01.552, 18.02-01.574, 18.02-01.575, 18.02-01.576, 18.02-01.577, 18.02-01.578, 18.02-01.579, 18.02-01.580, 18.02-01.581, 18.02-01.582, 18.02-01.583, 18.02-01.584, 18.02-01.585, 18.02-01.586, 18.02-01.587, 18.02-01.588, 18.02-01.589, 18.02-01.590, 18.02-01.591, 18.02-01.592, 18.02-01.593, 18.02-01.594, 18.02-01.595, 18.02-01.596, 18.02-01.597, 18.02-01.598, 18.02-01.599, 18.02-01.600, 18.02-01.601, 18.02-01.602, 18.02-01.603, 18.02-01.604, 18.02-01.605, 18.02-01.642
- Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 3-я междунар. конф., 22—24 сент. 2009 г., Суздаль, Россия. М.: Российское научно-техническое общество радиотехники, электроники и связи им. А.С. Попова. 2009 18.02-01.573
- Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 4-я международная конференция, 20—22 сентября 2011 г. М.: РНТОРЭС. 2011 18.02-01.25, 18.02-01.143, 18.02-01.144, 18.02-01.248, 18.02-01.249, 18.02-01.250, 18.02-01.251, 18.02-01.252, 18.02-01.563, 18.02-01.564, 18.02-01.565, 18.02-01.566, 18.02-01.567, 18.02-01.568, 18.02-01.569, 18.02-01.570, 18.02-01.571, 18.02-01.572
- Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 9-я междунар. конф. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова. сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2016 18.02-01.23, 18.02-01.24, 18.02-01.42, 18.02-01.43, 18.02-01.114, 18.02-01.142, 18.02-01.223, 18.02-01.225, 18.02-01.236, 18.02-01.239, 18.02-01.240, 18.02-01.241, 18.02-01.242, 18.02-01.243, 18.02-01.244, 18.02-01.245, 18.02-01.246, 18.02-01.247, 18.02-01.268, 18.02-01.333, 18.02-01.382, 18.02-01.383, 18.02-01.388, 18.02-01.553, 18.02-01.554, 18.02-01.555, 18.02-01.556, 18.02-01.557, 18.02-01.558, 18.02-01.559, 18.02-01.560, 18.02-01.561, 18.02-01.562
- КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1—3 октября 2003 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003 18.02-01.39, 18.02-01.54, 18.02-01.55, 18.02-01.56, 18.02-01.63, 18.02-01.80, 18.02-01.81, 18.02-01.82, 18.02-01.83, 18.02-01.84, 18.02-01.85, 18.02-01.86, 18.02-01.87, 18.02-01.88, 18.02-01.89, 18.02-01.90, 18.02-01.91, 18.02-01.92, 18.02-01.129, 18.02-01.155, 18.02-01.163, 18.02-01.177, 18.02-01.187, 18.02-01.188, 18.02-01.189, 18.02-01.209, 18.02-01.271, 18.02-01.272, 18.02-01.273, 18.02-01.282, 18.02-01.283, 18.02-01.309, 18.02-01.311, 18.02-01.312, 18.02-01.323, 18.02-01.325, 18.02-01.336, 18.02-01.337, 18.02-01.390, 18.02-01.426, 18.02-01.427, 18.02-01.467, 18.02-01.472, 18.02-01.480, 18.02-01.486, 18.02-01.500, 18.02-01.506, 18.02-01.507, 18.02-01.508, 18.02-01.509, 18.02-01.510, 18.02-01.533
- КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27—29 сентября 2005 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005 18.02-01.16, 18.02-01.64, 18.02-01.65, 18.02-01.93, 18.02-01.94, 18.02-01.95, 18.02-01.96, 18.02-01.126, 18.02-01.130, 18.02-01.131, 18.02-01.132, 18.02-01.133, 18.02-01.134, 18.02-01.156, 18.02-01.157, 18.02-01.190, 18.02-01.198, 18.02-01.232, 18.02-01.233, 18.02-01.265, 18.02-01.266, 18.02-01.284, 18.02-01.285, 18.02-01.286, 18.02-01.313, 18.02-01.326, 18.02-01.328, 18.02-01.338, 18.02-01.339, 18.02-01.340, 18.02-01.351, 18.02-01.378, 18.02-01.391, 18.02-01.428, 18.02-01.429, 18.02-01.430, 18.02-01.451, 18.02-01.455, 18.02-01.481, 18.02-01.482, 18.02-01.487, 18.02-01.488, 18.02-01.493, 18.02-01.504, 18.02-01.511, 18.02-01.512, 18.02-01.513, 18.02-01.514, 18.02-01.515, 18.02-01.516, 18.02-01.542,

- 18.02-01.543**
 КОНСОНАНС-2007. Акустический симпозиум (25—27 сентября 2007 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2007 **18.02-01.17, 18.02-01.18, 18.02-01.19, 18.02-01.40, 18.02-01.66, 18.02-01.78, 18.02-01.97, 18.02-01.98, 18.02-01.99, 18.02-01.100, 18.02-01.101, 18.02-01.158, 18.02-01.159, 18.02-01.164, 18.02-01.203, 18.02-01.224, 18.02-01.234, 18.02-01.274, 18.02-01.287, 18.02-01.297, 18.02-01.303, 18.02-01.310, 18.02-01.327, 18.02-01.341, 18.02-01.342, 18.02-01.364, 18.02-01.392, 18.02-01.393, 18.02-01.431, 18.02-01.432, 18.02-01.456, 18.02-01.461, 18.02-01.494, 18.02-01.517, 18.02-01.544, 18.02-01.545**
- КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября—01 октября 2009 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009 **18.02-01.41, 18.02-01.61, 18.02-01.67, 18.02-01.68, 18.02-01.69, 18.02-01.102, 18.02-01.103, 18.02-01.104, 18.02-01.105, 18.02-01.135, 18.02-01.136, 18.02-01.137, 18.02-01.138, 18.02-01.165, 18.02-01.166, 18.02-01.167, 18.02-01.168, 18.02-01.191, 18.02-01.199, 18.02-01.210, 18.02-01.235, 18.02-01.275, 18.02-01.288, 18.02-01.292, 18.02-01.293, 18.02-01.304, 18.02-01.314, 18.02-01.324, 18.02-01.329, 18.02-01.330, 18.02-01.350, 18.02-01.356, 18.02-01.385, 18.02-01.394, 18.02-01.395, 18.02-01.412, 18.02-01.433, 18.02-01.434, 18.02-01.435, 18.02-01.436, 18.02-01.437, 18.02-01.438, 18.02-01.457, 18.02-01.462, 18.02-01.463, 18.02-01.473, 18.02-01.489, 18.02-01.495, 18.02-01.496, 18.02-01.501, 18.02-01.502, 18.02-01.503, 18.02-01.518, 18.02-01.519, 18.02-01.538, 18.02-01.546, 18.02-01.547**
- КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1—2 октября 2013 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013 **18.02-01.70, 18.02-01.71, 18.02-01.106, 18.02-01.107, 18.02-01.108, 18.02-01.109, 18.02-01.139, 18.02-01.169, 18.02-01.178, 18.02-01.179, 18.02-01.180, 18.02-01.192, 18.02-01.267, 18.02-01.289, 18.02-01.298, 18.02-01.299, 18.02-01.300, 18.02-01.301, 18.02-01.307, 18.02-01.315, 18.02-01.343, 18.02-01.352, 18.02-01.353, 18.02-01.386, 18.02-01.387, 18.02-01.396, 18.02-01.397, 18.02-01.398, 18.02-01.399, 18.02-01.474, 18.02-01.483, 18.02-01.484, 18.02-01.490, 18.02-01.491, 18.02-01.497, 18.02-01.498, 18.02-01.520, 18.02-01.521, 18.02-01.529, 18.02-01.548, 18.02-01.549, 18.02-01.550, 18.02-01.551**
- КОНСОНАНС-2015. Акустический симпозиум (29—30 сентября 2015 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2015 **18.02-01.20, 18.02-01.21, 18.02-01.49, 18.02-01.72, 18.02-01.73, 18.02-01.79, 18.02-01.110, 18.02-01.111, 18.02-01.112, 18.02-01.127, 18.02-01.140, 18.02-01.141, 18.02-01.160, 18.02-01.161, 18.02-01.170, 18.02-01.181, 18.02-01.183, 18.02-01.290, 18.02-01.305, 18.02-01.331, 18.02-01.332, 18.02-01.344, 18.02-01.345, 18.02-01.346, 18.02-01.400, 18.02-01.410, 18.02-01.413, 18.02-01.422, 18.02-01.439, 18.02-01.440, 18.02-01.464, 18.02-01.492, 18.02-01.522, 18.02-01.523**
- Международная научная конференция "Техническая акустика: разработки, проблемы, перспективы. Витебск, 26—29 сентября 2016 г. Витебск: Витебский государственный технологический ун-т. 2016 **18.02-01.113, 18.02-01.211, 18.02-01.276, 18.02-01.277, 18.02-01.278, 18.02-01.279, 18.02-01.475, 18.02-01.476, 18.02-01.530, 18.02-01.531, 18.02-01.532**
- Открытия и достижения науки. Сборник материалов международной научной конференции. Россия. Москва, 30—31 июля 2015 г. (Электронный ресурс). М.: РусАльянс Сова. 2015 **18.02-01.22, 18.02-01.50, 18.02-01.641**

Книги

- Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. 9-я междунар. конф. Тр. РНТОРЭС им. А.С. Попова, сер. Акустоопт. и радиолок. методы измерений и обраб. инф. М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. 2016 **18.02-01.10К**
- КОНСОНАНС-2003. Акустический симпозиум (1—3 октября 2003 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2003 **18.02-01.3К**
- КОНСОНАНС-2005. Акустический симпозиум (27—29 сентября 2005 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2005 **18.02-01.4К**
- КОНСОНАНС-2007. Акустический симпозиум (25—27 сентября 2007 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2007 **18.02-01.5К**
- КОНСОНАНС-2009. Акустический симпозиум (29 сентября—01 октября 2009 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2009 **18.02-01.6К**
- КОНСОНАНС-2013. Акустический симпозиум (1—2 октября 2013 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2013 **18.02-01.7К**
- КОНСОНАНС-2015. Акустический симпозиум (29—30 сентября 2015 г.) Киев: Институт гидромеханики НАН Украины. 2015 **18.02-01.8К**
- Открытия и достижения науки. Сборник материалов международной научной конференции. Россия. Москва, 30—31 июля 2015 г. (Электронный ресурс). М.: РусАльянс Сова. 2015 **18.02-01.9К**

СОДЕРЖАНИЕ

Конгрессы, конференции, семинары, симпозиумы, советы, совещания	18.02-01.1
Библиография	18.02-01.3
Персоналии	18.02-01.12
Классические проблемы линейной акустики и теории волн	18.02-01.16
Нелинейная акустика	18.02-01.181
Физическая акустика	18.02-01.200
Акустика океана, гидроакустика	18.02-01.282
Атмосферная и аэроакустика	18.02-01.351
Акустика структурно неоднородных сред; Геологическая акустика	18.02-01.410
Акустическая экология; Шумы и вибрации	18.02-01.422
Акустика помещений; Музыкальная акустика	18.02-01.466
Обработка акустических сигналов; Компьютерное моделирование	18.02-01.467
Акустика живых систем; Биологическая акустика	18.02-01.472
Физические основы технической акустики	18.02-01.504
Акустика в медицинской практике	18.02-01.542
Физика	18.02-01.553
Астрономия	18.02-01.641
Авторский указатель Указатель источников	