

2. Отделение гидрофизики и гидроакустики

2.1. Предложена идеология, разработаны технические и программные средства, алгоритмы восстановления поля излучения конструкций с использованием кабельных антенн конформно размещенных на поверхности тела. Метод апробирован в условиях полигона на масштабной физической модели конструкции и на численных экспериментах с конечно-элементными моделями. Определен частотный диапазон детерминированного восстановления характеристик поля излучения. Получены теоретические оценки и экспериментальные величины погрешностей восстановления уровня дальнего и ближнего полей. Показана помехоустойчивость метода при малом соотношении сигнала к некоррелированным помехам.

Авторы: В.В.Артельный, П.И.Коротин, А.Л.Матвеев, А.С.Суворов, В.И.Турчин, И.Ш.Фикс, А.С.Чашин

Аннотация. Предложен метод, предназначенный для оценки уровней и диаграммы направленности излучения сложной системы источников, окруженных оболочкой, по сигналам, поступающим с приемных элементов антенн, охватывающих систему источников. Метод основан на построении системы локальных элементарных эквивалентных источников поля с различной степенью мультипольности (монополь, диполь, квадруполь и т.п.), которые воссоздают поле на приемных антеннах, с последующим расчетом диаграммы направленности.

Метод исследован путем численного моделирования, в том числе, с использованием конечно-элементной модели сложного излучателя. Метод апробирован в натуральных условиях: созданы технические и программные средства, позволившие проверить его положения, получить погрешности восстановления, изучить особенности модели излучения. Экспериментальная погрешность восстановления уровня внешнего поля составляет величину порядка 3 дБ.

Показана помехоустойчивость результата восстановления диаграммы направленности при отношении сигнала к помехе в точках приема до 10 дБ.

Публикации

1. Коротин П.И., Матвеев А.Л., Суворов А.С., Турчин В.И. Реконструкция диаграмм направленности сложных источников с использованием многоэлементной приемной системы в ближнем поле. Сборник трудов X Всероссийской конференции «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики» С.-Петербург, «Наука», 2010, с.128.



Рис. 1. Физическая модель с 4-мя кабельными бортовыми антеннами.

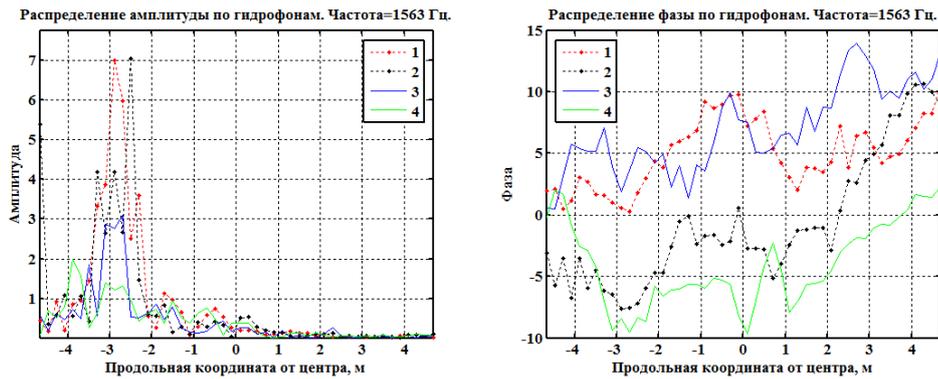


Рис. 2. Распределение амплитуды и фазы по 4-м бортовым антеннам для одного из типов внутреннего возбуждения на частоте 1563 Гц.



Распределение виртуальных мультиполей по длине корпуса

Сравнение измеренных (при вращении модели в двух направлениях) и восстановленного поля.

Погрешность восстановления

Рис. 3. Погрешности восстановления внешнего поля в четырех квадрантах. Слева – когерентное восстановление поля. Справа – алгоритм энергетического восстановления. Граница перехода алгоритмов (по погрешности 3 дБ) для данной схемы измерений ~2 кГц.

2.2. С применением метода цифровой оптической анемометрии турбулентных течений, основанного на использовании непрерывного лазерного излучения и скоростной видеосъемки, в лабораторных условиях впервые проведены прямые измерения средних характеристик турбулентных полей скорости, индуцированных волнами на воде, в воздушном потоке. Измерения показали, что осредненные по турбулентным пульсациям поля скорости являются безотрывными, в том числе в случае крутых и обрушающихся волн, когда наблюдается отрыв потока от гребней волн в мгновенных полях. При этом показано, что осредненные поля ветра над волнами хорошо количественно описываются в рамках полуэмпирических моделей замыкания турбулентности в квазилинейном приближении.

Авторы: Ермакова О.С., Сергеев Д.А., Троицкая Ю.И.

Публикации

1. Ю. И. Троицкая, Д. А. Сергеев, О. С. Ермакова, Г. Н. Баландина. Тонкая структура турбулентного пограничного слоя атмосферы над водной поверхностью // Изв. РАН Физика Атмосферы и океана, 2010 г., т. 46, №1, с.119–130.

2. Ю. И. Троицкая, Д. А. Сергеев, О. С. Ермакова, Г. Н. Баландина Статистические свойства турбулентного пограничного слоя атмосферы над крутыми поверхностными волнами // Доклады академии наук, 2010, том 433, № 1, с. 113–117.

3. Balandina G.N., Ermakova O.S., Sergeev D.A. Troitskaya Yu.I Novel PIV-system for measurments airflow fields in the boundary layer above wavy surface// Proc. WISE 2010 Brest. P.18-21.

2.3. Впервые методом резонансной акустической спектроскопии в диапазоне двух октав проведены измерения зависимости тензоров упругости и потерь пористого материала при изменении степени насыщения. Высокая точность измерений позволила выделить три стадии насыщения – (1) конденсацию, (3) образование менисков и (3) заполнение пор жидкостью, которым отвечают качественные изменения акустических характеристик. Характеристики исследованного материала находятся в очень хорошем согласии с данными гранулометрического, минералогического и химического анализа образца, выполненного стандартными методами в геологической лаборатории. Полученные результаты позволили объяснить имеющиеся в литературе расхождения в моделях затухания звука в донных осадочных породах.

Авторы: В.С. Авербах, В.В. Бредихин, А.В. Лебедев, С.А. Манаков

Аннотация. Ранее для получения информации о характеристиках продольных и поперечных волн использовались либо импульсные методы, имеющие целый ряд недостатков (дисперсия, возмущение области контакта и т.п.), либо метод «физического маятника», в котором продольные и сдвиговые волны исследовались на *различных* образцах. В нашем случае в результате измерений получается исчерпывающая информация для *тензора упругости* в широком частотном диапазоне (2 октавы).

Важно отметить, что имеется относительно небольшое число работ по акустике горных пород, в которых представлены данные гранулометрического анализа. В нашем случае проведено сопоставление акустических данных для сухого образца с данными гранулометрического, химического и минералогического анализа. Показано, что акустические данные находят удовлетворительное объяснение в рамках простых модельных соображений.

✓ Ни в одной из известных авторам работ не проводились модельные расчеты для объяснения характера и количественных изменений акустических параметров (скоростей, модулей упругости, коэффициентов затухания). Авторы известных нам работ ограничивались перечислением возможных «сценариев». В представленной работе получены оценки изменения величин, которые находятся в удовлетворительном согласии с измерениями.

✓ Измерения зависимости потерь от частоты при изменении степени насыщения выявили переход от частотно независимых потерь к зависимости корень квадратный из частоты, что характерно для модели Био пористых сред. Степень насыщения, при которой происходит изменение частотной зависимости фактора потерь, определяется отношением объемов пор и пустот. В результате выполненные акустические исследования, сопровождаемые данными гранулометрического и химического анализов, позволили объяснить имеющиеся противоречия относительно механизмов затухания в донных осадках. Это имеет значение для прикладных задач о распространении звука в мелком море.



Рис. 1 – Внешний вид экспериментальной установки.

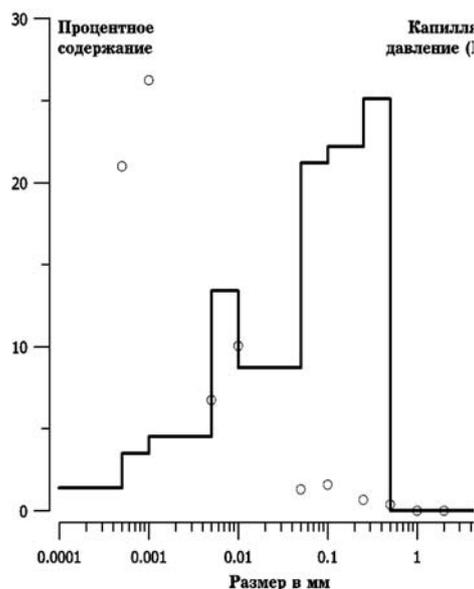


Рис. 2 – Гранулометрический состав. Символами показаны величины парциальных давлений, вызванных капиллярными силами

На рисунке 1 показан внешний вид экспериментальной установки, обеспечившей высокую точность измерений при тщательном контроле условий их проведения.

На рисунке 2 в графическом виде представлен результат гранулометрического анализа, выполненного в Центральной лаборатории ФГУП «Волга-Геология». В таблице 3 приведено сравнение данных измерений модулей упругости с результатами модельных расчетов. Сравнивая величины в Таблице 3, мы можем заключить, что данные акустических измерений хорошо согласуются с данными анализа химического состава и петрографическими исследованиями (форма зерен). Необходимость учета небольшой объемной концентрации трещин хорошо согласуется с выявленным наличием слюды, расщепление которой приводит к образованию тонких протяженных дефектов. Таким образом, акустические данные для сухого известняка находят удовлетворительное объяснение в рамках простых модельных соображений, имеется четкое представление о соотношении между строением материала и акустическими характеристиками.

На рисунке 3 представлены зависимости модулей упругости и факторов потерь от степени насыщения жидкостью. Три стадии насыщения четко выделяются как в зависимости величин модулей упругости, так и для величин потерь. Рисунок 4 показывает отсутствие частотных зависимостей модулей упругости и факторов потерь в сухом материале. Физическая дисперсия, обусловленная затуханием, на порядок меньше погрешности измерений и не разрешается. Рисунок 5 иллюстрирует переход к частотной зависимости затухания, характерной для течения жидкости в скин-слое во внутренних полостях, при заполнении всех пор (степень насыщения >95%).

Модули упругости	Измеренные величины	Оценки величин		
		(1)	(2)	(3)
C_{11} (ГПа)	$41,7 \pm 1,0$	$146,5/133,8$	$90,8/72,2$	$46,6/37,1$
C_{44} (ГПа)	$17,8 \pm 0,3$	$43,3/38,2$	$28,8/24,6$	$20,4/18,6$

Таблица 3. Измеренные и вычисленные модули упругости сухого образца известняка. В числителе указаны величины, отвечающие усреднению с учётом объёмной концентрации фракций, равномерно распределённых в материале с максимальной концентрацией – «матрице». В знаменателе указаны величины, отвечающие решению самосогласованных задач, когда все фракции рассматриваются, как равноценные.

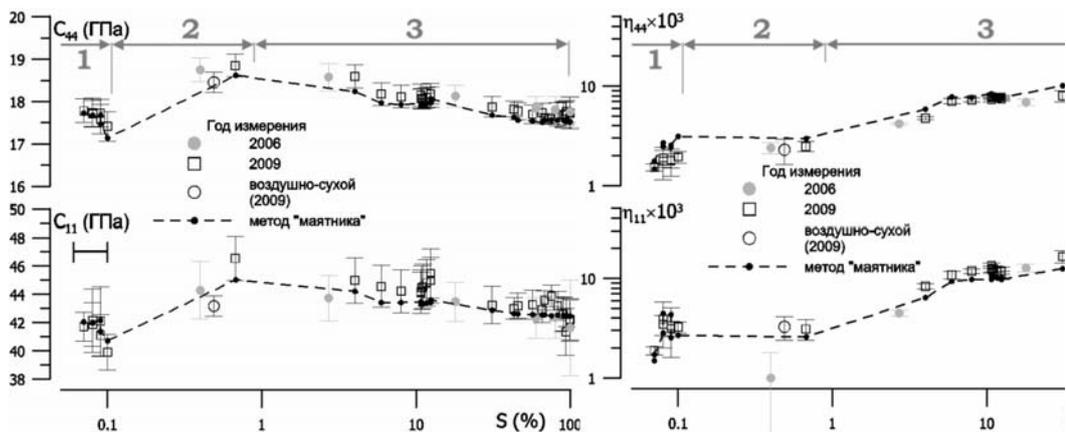


Рис. 3 – Зависимость модулей упругости и коэффициентов потерь от степени насыщения. Цифрами отмечены стадии насыщения.

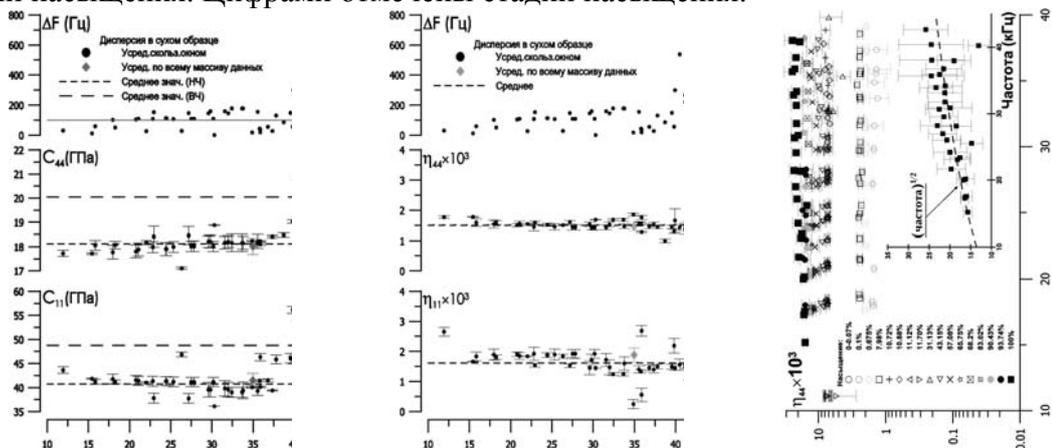


Рис. 4 – Отсутствие дисперсии в сухом образце. Слева Рис. 5 – Частотные – данные для модулей упругости, справа – для зависимости коэффициентов потерь. На частотах выше 40 кГц коэффициента потерь при сказывается рассеяние на макроскопическом изменении степени неоднородности образца, что проявляется как насыщения образца. Переход к корневой зависимости от частоты.

Публикации

1. Авербах В.С., Бредихин В.В., Лебедев А.В., Манаков С.А., Акустическая спектроскопия эффектов влагонасыщения карбонатной горной породы / Препринт №782 ИПФ РАН, Нижний Новгород, 2009, 28 с.
2. Авербах В.С., Бредихин В.В., Лебедев А.В., Манаков С.А., Акустическая спектроскопия эффектов влагонасыщения карбонатной горной породы // Акустический Журнал. 2010. Т. 56. №6, принята к публикации.
3. Averbakh V.S., Bredikhin V.V., Lebedev A.V., Manakov S.A. // 2nd Pan American meeting on Acoustics. Cancun, Mexico, 15-19 November 2010.

2.4. Разработан алгоритм синтеза профиля гофрированной металлической или диэлектрической поверхностей, обеспечивающей получение заданного распределения комплексных амплитуд по порядкам дифракции как для Н-, так и для Е- поляризации падающей волны. В основе алгоритма лежит решение интегрального уравнения теории дифракции посредством специально созданной автором интерактивной компьютерной программы. Для получения заданного распределения амплитуд требуется достаточное количество параметров в описании профиля.

Автор: Е.В. Копосова

Аннотация. Разработан алгоритм синтеза профиля гофрированной поверхности, обеспечивающей получение заданного распределения комплексных амплитуд по порядкам дифракции как для Н-, так и для Е- поляризации падающей волны. В основе алгоритма лежит строгое решение интегрального уравнения теории дифракции посредством специально созданной автором интерактивной компьютерной программы. Для их осуществления требуется достаточное количество параметров в описании профилей. В качестве одного из примеров приводится режим полной трансформации волны, падающей на гофрированную металлическую поверхность или на гофрированную границу прозрачных диэлектриков волны в минус первый порядок дифракции, отраженный в случае металла или проходящий в случае диэлектриков. Показано, что в случае металлической поверхности и нормально падающей волны рассматриваемый режим возможен только на несимметричных профилях гофрировки. Результаты синтеза использовались как при исследовании экспериментально получаемых профилей гофрированных диэлектрических поверхностей в оптическом диапазоне длин волн, так и при разработке диплексеров миллиметрового диапазона систем нагрева и управления параметрами плазмы в установках УТС.

Публикации

1. *Копосова Е.В.* Полная трансформация нормально падающей волны в -1 дифракционный порядок на гладком эшелетте // Радиофизика, 2010, т.53, в.4, с.269-278.
2. *Erckmann V., Kasperek W., Kuposova E., Koshurinov Y., Lubyako L., Pavelyev V., Petelin M., Vlasov S.* Analysis of new versions of quasi-optical multiplexers. Report on 22nd Joint Russian-German Meeting on ECRH and Gyrotrons, June 29- July 5, 2010.
3. *Веревкин Ю.К., Климов А.Ю., Грибков Б.А., Петряков В.Н., Копосова Е.В., Олайзола С.М.* Наноразмерный рельеф: от фазовых масок до антиотражающих структур на кварце и кремнии. Квантовая Электроника, 2008, **38** (11), 1078-1082.
4. *Власов С.Н., Копосова Е.В., Лапина А.И.* Дифракция на гофрированной границе сред. Влияние формы профиля и потерь в среде на режимы полной трансформации // Радиофизика. 2006. т.49. №5. с.391-405.
5. *Власов С.Н., Копосова Е.В.* Дифракция на гофрированной границе сред. Полная трансформация падающей волны в дифракционный максимум. Радиофизика, 2003, т.46, в.5-6, с.482-498.
6. *Власов С.Н., Копосова Е.В., Паршин В.В.* Полная трансформация электромагнитной волны, падающей на гофрированную границу прозрачных диэлектриков, в проходящую волну (-1)-й гармоники. // Радиофизика, 2000, т.43, в.10, с.908-917.
7. *Копосова Е.В.* Эшелетт для волн е-поляризации - ступенчатые поверхности с прямоугольной канавкой на ступеньке. ЖТФ, 1995 т.65, в.2, с.163-173.
Власов С.Н., Копосова Е.В. Полное антизеркальное отражение от гофрированной границы диэлектриков. // Радиофизика, 1994, т.37, № 3, с.351-362.

2.5. Предложено приближенное описание неквазистационарной эволюции солитонов в средах с переменными параметрами, когда характерные масштабы уединенных волн сравнимы или превышают соответствующие масштабы изменения параметров среды. В основе метода лежит представление о солитонах близких к предельным как составных структурах, сформированных кинками (перепадами поля) противоположной полярности. Предложенный метод может представлять интерес при изучении динамики интенсивных внутренних волн в шельфовой зоне океана.

Авторы: Горшков К.А., Островский Л.А., Соустова И.А.

Аннотация. Вопросы распространения уединенных волн в средах с переменными параметрами давно изучаются в теории солитонов. Наиболее исследованными и завершенными к настоящему времени можно считать задачи об эволюции солитонов в средах с медленно меняющимися (по сравнению с масштабами уединенных волн) параметрами. Квазистационарность волнового процесса позволяет в этом случае считать решение близким к стационарной уединенной волне с плавно меняющимися параметрами и таким образом свести описание трансформации поля уединенной волны к существенно более простой задаче- описанию динамики конечного числа независимых параметров солитона. Насколько регулярна и универсальна ситуация в квазистационарном случае, настолько же разнообразны и специфичны трансформация поля солитонов в ситуациях, когда их масштабы сравнимы или превышают масштабы изменения среды. При этом процесс может стремиться к квазилинейному или оставаться сильно нелинейным и сопровождаться как кардинальной перестройкой структуры солитонов, так и рождением дополнительных уединенных волн. Полезными для понимания указанных нестационарных процессов являются работы [Grimshaw R., Pelinovsky E., Talipova T., 2007, Modelling Internal Solitary Waves in the Coastal Ocean., Surv. Geophys., Review paper. 273-287; Nakoulima O., Zabybo N., Pelynovsky E., Talipova T., Slunyaev A., Kurkin A., 2004, Analytical and numerical studies of the variable-coefficient Gardner equation, 450-470], где проведено достаточно полное численное исследование процессов трансформации солитонов в рамках расширенного уравнения КдВ (уравнение Гарднера) с переменными параметрами:

$$\Phi_t + \Phi(1 - \mu(t)\Phi)\Phi_x + \Phi_{xxx} = 0 \quad (1)$$

Изучение этих работ стимулировало авторов к поиску адекватного приближенного описания неквазистационарной эволюции солитонов близких к предельным, существующих в рамках уравнения Гарднера при $\mu > 0$

Ключевым моментом в построении приближенного решения является составная структура солитонов, близких к предельным: эти солитоны имеют вид плато произвольной протяженности S , ограниченного относительно узкими $\propto (\Phi\sqrt{\mu/6})^{-1}$ перепадами поля – кинками разной полярности, являющимися наряду с солитонами стационарными решениями уравнения Гарднера при $\mu = \text{const}$:

$$\Phi_{\pm} = \bar{\Phi} + \frac{\Phi_m}{2} \left[1 \pm th \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\mu}{6}} \cdot \Phi_m(x - V_m t) \right] \quad (2)$$

где $\bar{\Phi}$ - произвольный пьедестал, $\Phi_m = 1/\mu - 2\bar{\Phi}$, $\frac{1}{6\mu} - \frac{\bar{\Phi}}{3}(1 - \mu\bar{\Phi}) = V_m$. Отметим, что отличие скорости солитона, близкого к предельному, от скорости кинка экспоненциально мало. Ниже обсуждается ситуация, когда при переменном $\mu(t)$ для достаточно протяженного солитона в целом условия квазистационарности не выполняются, но эти условия сохраняются по отношению к кинкам, формирующим фронт и спад эволюционирующего квазисолитона. Общее решение, описывающее динамику такого квазисолитона, сохраняет составную структуру: в областях с быстрым изменением поля имеет вид кинков (2) с переменными параметрами, а в областях с медленным изменением поля (между фронтом и спадом, и за спадом квазисолитона) это решение определяется уравнением (1) в бездисперсионном приближении:

$$x - x_0 = \bar{\Phi} (t - t_0) - \bar{\Phi}^2 \int_{t_0}^t \mu(t') dt' \quad (3)$$

Связь между параметрами x_0, t_0 определяется стационарными соотношениями (2) на траектории кинков и дает полное решение поставленной задачи(1): определяются параметры фронтов и спадов, форма поля, описывающего вершину, и поле за спадом.

Публикации

1. Gorshkov K.A., I.A.Soustova L.A. Ostrovsky Dynamics of strongly nonlinear solitons in the two-layer fluid// Stud.Appl.Math 2010
2. N.V.Zaitseva, Gorshkov K.A., I.A.Soustova Compound solitons of Gardner equation.// Proceedings of IV international conference «Frontier of nonlinear physics»(N/Novgorod, 2010), 136 (2010).

2.6. В рамках нелинейной мелководной модели «жидкого» оползня Саваге-Хутера с учетом кулоновского трения найдены аналитические решения, позволяющие оценить характеристики движения оползней в узких горных долинах или морских каньонах, и служить тестами для разрабатываемых численных моделей оползневых потоков.

Авторы: И.Ф. Николкина, Е.Н. Пелиновский, Т.Г. Талипова

Аннотация. Гравитационные потоки (лавины и оползни), сходящие с гор и вулканов в прибрежной зоне морей, очень часто вызывают волны цунами. Наиболее яркий пример здесь – сход лавины в бухте Литуя (Аляска, США) в 1958 году, вызвавший цунами с высотой около 500 м. Различные подходы применяются для описания процесса генерации волн цунами оползнями. В ряде работ оползень моделируется твердым телом, движущимся под действием силы тяжести и трения о подстилающую поверхность. Более реалистические модели учитывают деформацию оползневого тела в процессе движения. Популярной моделью здесь является модель «жидкого» оползня Саваге-Хутера (Savage-Hutter), движущегося под действием гравитации и кулоновского трения. В рамках этой модели получен ряд точных решений, позволивший тестировать численные коды, активно применяемые для расчета лавин и оползней. Во всех этих случаях плоский оползень неограниченной ширины скользит вдоль наклоненной плоскости.

В реальных условиях оползни и лавины движутся в каналах (горные долины, морские каньоны). Нами получены аналитические решения для лавин в наклоненных каналах «параболического» сечения. Показано, что пространственная структура потоков оказывается весьма разнообразной, и форма каналов существенно влияет на темпы нелинейной деформации оползневого тела и характеристики его движения.

Публикации

1. Николкина И.Ф., Пелиновский Е.Н., Талипова Т.Г. Нелинейная динамика гравитационных потоков в наклоненных каналах. *ДАН*, 2010, том 432, № 5, 689-692.
2. Zahibo, N., Pelinovsky, E., Talipova, T., and Nikolkina, I. The Savage-Hutter model for the avalanche dynamics in inclined channels: analytical solutions. *J. Geophys. Res.*, 2010, vol. 115, B03402, doi:10.1029/2009JB006515.
3. Talipova T., Zahibo N., Pelinovsky E., and Nikolkina I. The Savage-Hutter model for the avalanche dynamics in inclined channels: analytical solutions. *Geophysical Research Abstracts Vol. 12, EGU2010-121*, 2010
4. Nikolkina I. Zahibo N., Talipova T., Pelinovsky E. Characteristics of avalanche motion from Montserrat volcano. *Geophysical Research Abstracts Vol. 12, EGU2010-1312*, 2010.
5. Пелиновский Е.Н., Николкина И.Ф., Родин Ф.Ф. Нелинейные волны в медленных гравитационных потоках на склоне. *Человек: наука, техника и время*

(Материалы II международной заочной научно-практической конференции, Ульяновск), 2009, т. 2, 197 - 200.

2.7. По результатам натурных экспериментов, выполненных на акватории Каспийского моря, показана возможность эффективного использования когерентных методов сейсмоакустического зондирования морского дна на глубинах до ~1000 метров с использованием относительно маломощных (~100 Вт) и высокочастотных (диапазон сотен Гц) источников, не оказывающих существенного воздействия на экосистему акватории. Повышение помехоустойчивости приема и разрешающей способности зондирования структуры донных пород достигнуто в результате совместного применения ряда процедур когерентной обработки отраженных от донных слоев частотно-модулированных сигналов, включая согласованную фильтрацию отдельных импульсов, когерентное накопление серии импульсов в пределах горизонтально-однородного участка дна и адаптивное траекторное накопление импульсов с учетом наклонов отдельных отражающих слоев. Развиваемый подход представляет собой альтернативу используемым в настоящее время технологиям зондирования морского дна, основанным на использовании мощных импульсных источников ударного типа (пневмопушки, спаркеры).

Авторы: А.И. Малеханов, Л.Р. Мерклин, В.И. Романова, А.А. Стромков, В.И. Таланов, В.А. Лазарев, А. И. Хилько

Аннотация. Представлены результаты экспериментальных исследований эффективности сейсмоакустического зондирования донных пород в акватории Каспийского моря с использованием буксируемого гидроакустического излучателя, работающего в режиме генерации импульсных ЛЧМ сигналов в нескольких частотных диапазонах в пределах полосы 100 – 1000 Гц. Показано, что благодаря высокой когерентности и относительно высокочастотному диапазону излучаемых сигналов реализуются возможности существенного повышения помехоустойчивости и разрешающей способности зондирования структуры донных пород в интервале глубин до ~1000 метров. Указанные возможности достигаются путем совместного применения ряда процедур когерентной обработки принимаемых сигналов, включая согласованную фильтрацию отдельных импульсов, когерентное накопление серии импульсов в пределах горизонтально-однородного участка дна и адаптивное траекторное накопление импульсов с учетом наклонов отдельных отражающих слоев. Экспериментально установлено, что результирующий выигрыш помехоустойчивости достигает 30 дБ, что указывает на возможность эффективного использования в целях сейсмоакустического зондирования морского дна относительно маломощных (в пределах ~100 Вт) когерентных источников, удовлетворяющих требованиям минимизации воздействия на экосистему исследуемой акватории.

Публикации

1. В.И. Романова, Л.Р. Мерклин, А.И. Хилько, А.И. Малеханов, В.А. Лазарев, А.А. Стромков. Экспериментальное исследование эффективности сейсмоакустического зондирования морского дна в зависимости от спектральных и статистических характеристик шумов и помех // Труды XXII сессии РАО и сессии Научного совета по акустике РАН. М.: РАО. 2010. С.301-305.

2. Романова В.И., Мерклин Л.Р., Хилько А.И., Малеханов А.И., Лазарев В.А., Стромков А.А. Адаптивное траекторное накопление импульсов в экспериментах по сейсмоакустической реконструкции неоднородностей морского дна. / Труды Четырнадцатой научной конференции по радиофизике 7 мая 2010 г., посвященной 80-й годовщине со дня рождения Ю.Н. Бабанова. Н. Новгород: ТАЛАН. 2010. СС.

3. В.А. Лазарев, А.И. Малеханов, Л.Р. Мерклин, В.И. Романова, А.А. Стромков, В.И. Таланов, А.И. Хилько. Экспериментальное исследование возможностей сейсмоакустического зондирования морского дна когерентными импульсными сигналами реверберации // *Акустический журнал*. 2011. (в печати).

2.8. Выполнены комплексные исследования гидрологии Горьковского водохранилища с использованием спутниковой радиолокационной съемки акватории, радиолокационных и оптических систем судового и берегового базирования для измерения характеристик ветровых волн, акустических средств измерений структуры течений и метеорологических характеристик, методик измерения параметров поверхностных пленок и концентрации биомассы (фитопланктона).

Изучены видовой состав фитопланктона и пространственно-временные вариации его концентрации, физические характеристики биогенных пленок. Показано, что интенсивность радиолокационного сигнала уменьшается в зонах возрастания концентрации биомассы, а сами зоны отвечают областям конвергенции течений. Измерены радиолокационные контрасты в разливах загрязняющих веществ, исследована динамика растекания разливов.

В результате выполненных исследований продемонстрирована возможность дистанционного экологического мониторинга Горьковского водохранилища, а также его использование как перспективного полигона для изучения динамических процессов в приповерхностных слоях океана и атмосферы и развития методов их дистанционного зондирования.

Авторы : С. А. Ермаков, И. А. Сергиевская, В.И. Титов, Э.М. Зуйкова, В.Ю. Караев, И. А. Капустин, Т. Н. Лазарева, Е. В. Макаров, Е. М. Мешков, В.В. Баханов, В. В. Папко, А. В. Ермошкин, Н. А. Богатов, (ИПФ РАН) О. Ю. Лаврова, М. И. Митягина (ИКИ РАН), Ж. да Сильва (Университет Лиссабона, Португалия), А. А. Панютин, Н. В. Андриянова (ЦГМС-Р)

Публикации

1. С. А. Ермаков, И. А. Капустин, Т. Н. Лазарева, Е. В. Макаров, Е. М. Мешков, И. А. Сергиевская, В. В. Папко, А. В. Ермошкин, Н. А. Богатов, А. А. Панютин, Н. В. Андриянова, О. Ю. Лаврова, М. И. Митягина, Ж. да Сильва. Комплексные исследования гидрологии Горьковского водохранилища радиофизическими методами. Предварительные результаты. Препринт ИПФ РАН № 787 Нижний Новгород. 2009 г. 26 с.

2. O. S. Ermakova, S. A. Ermakov and Yu. I. Troitskaya . On the possibility of radar remote sensing of the mixing areas generated by standing surface waves. *SeaSAR 2010 Workshop Proc. ESA*.

3. S. Ermakov, J.C.B. da Silva, I. Kapustin, E. Makarov, I. Sergievskaya, O. Lavrova, M. Mitjagina, J.M. Magalhaes and P.S. Sequeira. Studies of artificial oil slicks and their dynamics using SAR. *SeaSAR 2010 Workshop Proc. ESA, Frascati. 2010*.

4. С.А. Ермаков, Ж. да Сильва, И. А. Капустин, Е.В. Макаров, И.А. Сергиевская, О.Ю. Лаврова, М.Митягина, Ж. Магалаес, П. Секуэйра. Радиолокационное зондирование пленочных slickов на морской поверхности. Подспутниковые эксперименты. VII Открытая конференция по дистанционному зондированию, Москва, ИКИ РАН, 2009 (на CD).

2.9. Разработан и апробирован метод измерения характеристик рассеяния слабо отражающих конструкций – объекта измерений в условиях фонового рассеяния от местных предметов, основанный на использовании тонального источника подсветки и линейной приемной антенны, расположенной в ближней поле объекта. Теоретически и

экспериментально показано, что путем перемещения объекта с постоянной скоростью вдоль антенны и применения пространственно-временной обработки удается отстраиваться от флуктуирующего сигнала подсветки и выполнять измерение бистатической силы цели объекта практически во всем диапазоне углов с динамическим диапазоном (для морских условий) до -50дБ относительно сигнала подсветки.

Авторы: О.Н.Кемарская, Б.М.Салин, М.Б.Салин

Аннотация. Для нахождения дальних полей сложных объектов с размерами много больше длины волны, дальняя зона которых расположена за пределами измерительного пространства с точки зрения отношения сигнала к шуму и мешающих переотражений, развиты амплифазометрические методы измерения, основанные на регистрации амплитуды и фазы поля объекта на минимальной от него дистанции и перерасчета с использованием функции Грина этих полей в угловую зависимость уровней дальнего поля. В частности для линейной приемной антенны уровни дальнего поля находятся через Фурье преобразование сигнала приемных элементов по пространственной координате.

Для измерения характеристик рассеяния такая методика оказалась неприменимой в силу того, что Фурье преобразование поля подсветки на много порядок превышает рассеянное поле даже при минимальной дистанции до измерительного устройства.

Выход из тупиковой ситуации найден в использовании перемещения рассеивателя вдоль измерительной антенны. В этом случае пространственные Фурье компоненты сигнала подсветки остались на нулевой доплеровской частоте, а Фурье компоненты рассеянного сигнала оказались смещенными от нуля на доплеровские частоты, величины которых зависят от скорости движения рассеивателя и номера пространственной гармоники. В задачах гидроакустики превышение сигнала рассеяния над сигналом подсветки на доплеровских частотах составило 20 и более дБ, что позволило с успехом выполнять измерение основной характеристики рассеивателя – его бистатическую силу цели.

Публикации

1. Б.М.Салин, О.Н.Кемарская, М.Б.Салин. Ближнепольное измерение характеристик рассеяния движущегося объекта, основанное на доплеровской фильтрации сигнала // Акуст. журн. 2010. Т.56. №6. С. 802–812.

2. Б.М.Салин. Оценка точности амплифазометрических методов измерения характеристик дальних полей с использованием линейной решетки гидрофонов, расположенной в ближнем поле источника. Сб. тр. XX сессии Российского акустического общества. Т. 2. М.: ГЕОС. 2008. С.24-27.

3. Б.М.Салин. Ближнепольные измерения характеристик рассеяния движущегося объекта в мелком море при использовании тональной подсветки акватории. // Сб. трудов XX сессии Российского акустического общества. Т. 2. М.: ГЕОС. 2008. С. 28-31.

4. П.И.Коротин, Б.М.Салин, М.Б.Салин, Е.М.Соков, А.С.Суворов. Расчет рассеяния звука на трехмерных упругих телах и верификация результатов математического моделирования // Труды X всероссийской конференции прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Спб.: «Наука», 2010, С.347-350

5. M.B.Salin, O.N.Kemarskaya, B.M.Salin. Experimental near-field measurement of scattering characteristics of the moving object based on the Doppler signal filtering // Proceedings of 10th European Conference on Underwater Acoustics (ECUA-2010), Istanbul, Turkey, V.3, 2010, P.1465-1472.

6. Б.М. Салин, О.Н. Кемарская, М.Б. Салин. Ближнепольные методы измерения характеристик рассеяния движущегося объекта //Сб.трудов XXII сессии РАО, Москва. Т.2. М. ГЕОС, 2010. С.37-40

2.10. Разработаны архитектура, принципы организации и технические решения для распределенных систем сбора гидроакустических данных от групп антенн, разнесенных в пространстве, и крупногабаритных планарных антенн с большим количеством каналов. Система обеспечивает когерентную обработку сигналов с точностью до десятых долей градуса на максимальной частоте рабочего диапазона с динамическим диапазоном не хуже 105 дБ во всех третьоктавных полосах. Рабочий диапазон частот от 5 Гц до 10 кГц. Используются возможности протокола Ethernet и передача цифровых потоков по волоконно-оптическому и радиоканалам. Изготовлены опытные партии изделий – БВС-А/32 и БВС-А/128. Проведены их испытания и опытная эксплуатация в натуральных экспериментах. Разработка призвана обеспечить технической базой гидроакустические комплексы, использующие мультистатистические методы гидролокации, конформные и широкоапертурные антенны.

Авторы: А.М. Соков, А.С. Чащин, А.В. Циберев (ИПФ РАН, НТЦ «Мониторинг»)



Монтаж системы из 8-ми 32-х канальных антенн с передачей цифровых данных по радиоканалу



Блок на 32 канала



Блок на 128 каналов



Программное меню системы сбора

Публикации

1. Конструкторская документация БИГЮ.468172.003
2. Свидетельство на программное обеспечение «Анализатор сигналов»

2.11. Предложен и экспериментально апробирован метод адаптивного апертурного синтеза в пассивной гидролокации, позволяющий определять положение внешнего источника в присутствии высокого уровня помех от движущегося носителя приемной

системы. Экспериментально на макетном образце в натуральных условиях продемонстрирована возможность определения дальности и пеленга цели с уровнем излучения порядка шумов моря при превышении уровня помех над уровнем полезного сигнала на приемных элементах до 30 дБ. Метод открывает возможность создания гидроакустических комплексов, работающих в диапазоне низких и сверхнизких частот, на базе конформных антенн с реализацией алгоритма апертурного синтеза.

Авторы: А.С.Иваненков, П.И.Коротин, Д.А.Орлов, А.А.Родионов, В.И.Турчин

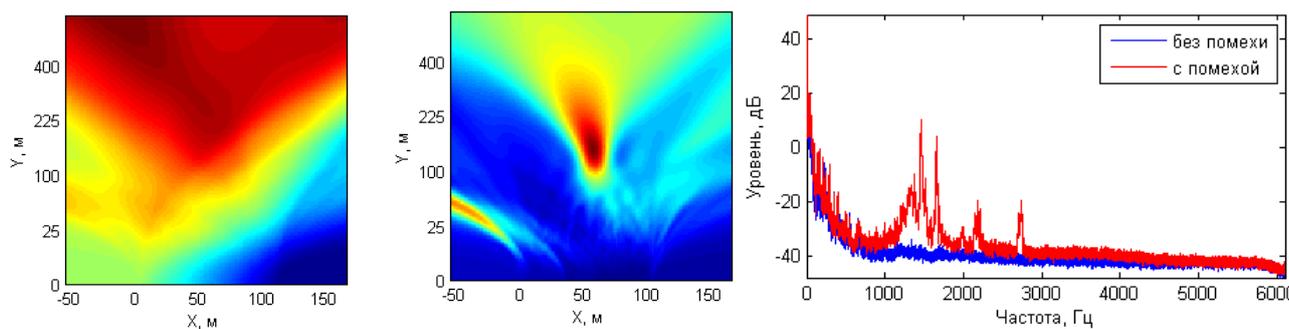


Рис. 1. Слева – некогерентная обработка без адаптации, в центре – некогерентная обработка с адаптацией. Справа – спектр гидроакустических шумов на одиночном приемнике антенны без помехи и с помехой.

Представлена функция неопределенности для оценки положения источника. По данным дальномера до источника 150 м от траектории движения носителя антенны. Цель - широкополосный источник малого уровня. Приведены результаты апертурного синтеза в полосе частот 7 Гц с центральной частотой 1480 Гц. Помеху создавал мощный широкополосный (полоса 1400 Гц – 2600 Гц) вибратор внутри носителя антенны. Физическая апертура антенны – 6 метров. Синтезированная апертура – 80 метров.

Публикации

1. В.А.Зверев, А.С.Иваненков, П.И.Коротин, А.А.Родионов, В.И.Турчин Особенности апертурного синтеза для гидроакустических антенных решеток // Сб.трудов «Прикладная гидрофизика и гидроакустика», 2010, г. С.-Петербург
2. П.И. Коротин, А.А.Родионов, В.И.Турчин Оценка положения источника со сложным спектральным составом с использованием движущейся разреженной решетки //International Conference on Antenna Theory and Techniques, 2009, Lviv, Ukraine

