

Воронин Василий Алексеевич

E-mail: ehamt@fep.tsure.ru

Kirichenko Igor Alekseevich

Taganrog Institute of Technology - Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education "Southern Federal University"

Taganrog Institute of Technology - Southern Federal University

E-mail: igork@fep.tsure.ru

44, Nekrasovsky, Taganrog, GSP-17-a, 347928, Russia, Ph.: +7 (8634)-37-17-95

Pivnev Petr Petrovich

E-mail: pivnev@land.ru

Voronin Vasily Alekseevich

E-mail: ehamt@fep.tsure.ru

УДК 534.232

Д. А. Кравчук

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ АНТЕНН ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА МЕЛКОВОДНЫХ РАЙНОВ МОРЯ

Экспериментально рассмотрена возможность селективного возбуждения низших мод в мелком море для дистанционного зондирования водной экосистемы. Полученные результаты позволили сделать вывод о возможности возбуждения в акустическом волноводе в условиях мелкого моря низших мод в широкой полосе частот при соответствующем наклоне акустической оси параметрической излучающей антенны.

Экология; возбуждение мод.

D. A. Kravchuk

EXPERIMENTAL RESEARCHES OF PARAMETRIC AREAS FOR ECOLOGICAL MONITORING OF THE FINE SEA

Results of natural measurements of vertical distributions for distance researching water's ecosystem. On the basis of the received results it is possible to make the conclusion about an opportunity of excitation in an acoustic wave guide in conditions of the fine sea of the lowest styles in a wide strip of frequencies at the appropriate inclination of an acoustic axis of the parametrical radiating aerial.

Ecology; selective excitation of modes.

Развитие технических средств экологических исследований и повышение требований к проведению экологического мониторинга водной экосистемы приводит к расширению круга решаемых с помощью акустических средств задач, поиску новых методов разработки аппаратуры, математических и физических моделей водной экосистемы. Одной из таких задач является установление закономерностей формирования акустического поля в мелком море, возможности управления селективным возбуждением низших мод параметрическим излучателем и возможности

обнаружения объектов на больших расстояниях, при условиях волноводного распространения звука. Модельные исследования поля параметрического излучателя в волноводе описаны в [1,2], но эти эксперименты носили качественный характер, модовый состав поля в них специально не анализировался.

Экспериментальные исследования в рамках представленной работы проводились в акватории Таганрогского залива Азовского моря. Согласно методике экспериментальных исследований было проведено исследование профиля дна по трассе волноводного распространения звука. Для этого использовалась многофункциональная адаптивная акустическая система [3]. На рис. 1 показан профиль дна на трассе распространения акустических сигналов. Видно, что глубина по трассе изменялась от 3,5 до 2,3 м. Из полученных результатов измерений профиля дна на трассе был сделан вывод о том, что данная трасса пригодна для проведения натурных исследований волноводного распространения звука.

В качестве искусственной цели использовался угловой отражатель с радиусом эквивалентной сферы 2 м на частоте 30 кГц.

Измерение вертикального распределения звукового давления волны разностной частоты, отраженной от цели, при условиях волноводного распространения звука, проводилось с помощью вертикальной линейной приемной антенны 13-20, собранной из измерительных цилиндрических гидрофонов, расположенных на расстоянии 0,5 м друг от друга. Заглубление первого гидрофона составляло 0,25 м, заглубление последнего гидрофона составляло 2,75 м. Антенна накачки параметрического излучателя располагалась на глубине 1,5 м от поверхности. При проведении измерений волнение моря составляло 2 балла. Схема проведения измерений приведена на рис. 2.

На рис. 3 показана запись, полученная при регистрации принятых эхосигналов от цели. В поле записи электронного регистратора отчетливо видна линия 1, соответствующая изменению положения углового отражателя (радиус эквивалентной сферы 2 м) при его постановке в точку измерения. В окне 2 в реальном масштабе времени отображается амплитуда принятых эхосигналов. В процессе настройки технических средств и оборудования подобная регистрация позволила выделить сигнал от цели, сопровождать цель в процессе ее постановки и определять дистанцию от излучающей антенны параметрической гидроакустической системы до цели.

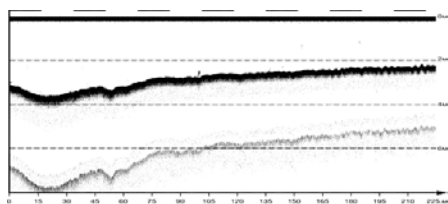


Рис. 1. Профиль дна на трассе распространения акустических сигналов

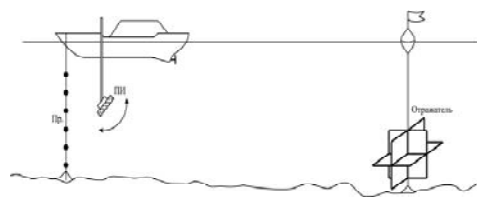


Рис. 2. Схема измерения вертикального распределения звукового давления

На рис. 4 и рис. 5 приведены графики вертикальных распределений звукового давления по глубине волновода, полученные в результате экспериментальных исследований, для сигнала с частотой 20 кГц для различных углов наклона антенны накачки. Минимумы наблюдаются не только вблизи поверхности, что объясняется акустически мягкой границей раздела, но и вблизи дна, что, очевидно, объясняется сильной загазованностью донного ила.

Рис. 5 характеризует вертикальное распределение звукового давления сигнала с частотой 20 кГц на расстоянии 225 м, при наклоне антенны +5° к поверхности воды. Поведение амплитуды звукового давления с глубиной неравномерное, что позволяет предположить существование многомодового распространения на этой дистанции.

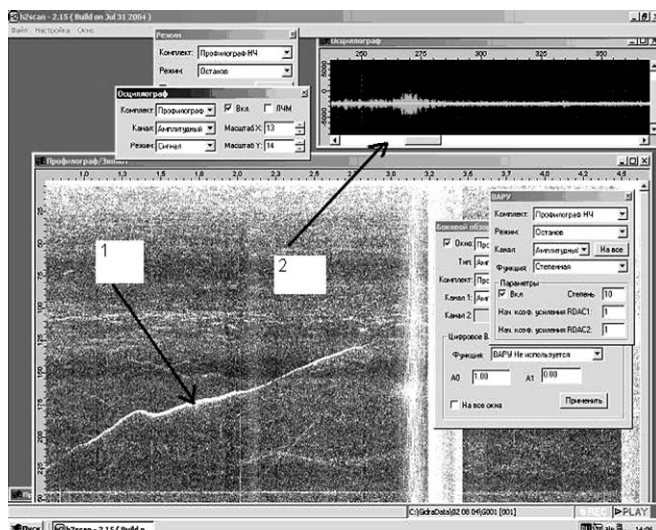


Рис. 3. Регистрация принятых эхо-сигналов

являются незаменимым и уникальным инструментом для исследовательских целей. На основании полученных результатов можно сделать заключение о возможности возбуждения в акустическом волноводе в условиях мелкого моря низших мод в широкой полосе частот при соответствующем наклоне акустической оси параметрической излучающей антенны.

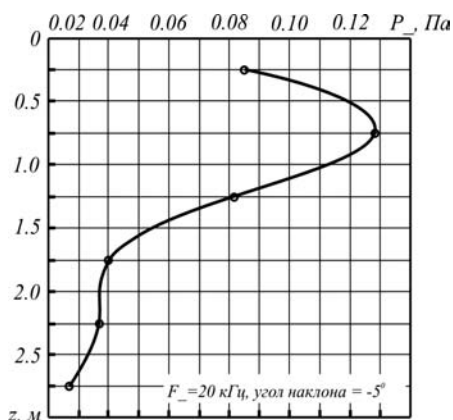


Рис. 4. Вертикальное распределение звукового давления $F=20$ кГц, угол наклона -5°

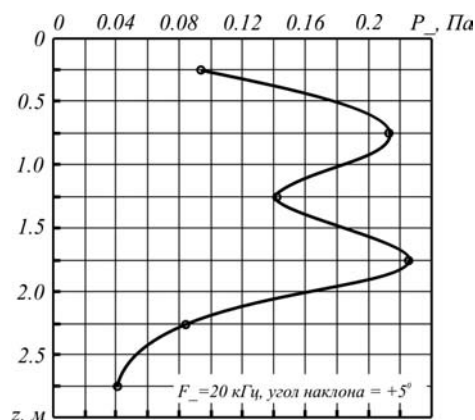


Рис. 5. Вертикальное распределение звукового давления $F=20$ кГц, угол наклона $+5^\circ$

На рис. 4 видно, что возбуждается первая мода, на рис.5 – вторая мода. О том, что происходит канализация звука, можно также судить по абсолютным значениям звукового давления, которые оказались выше, чем в свободном поле [4].

Дистанционное зондирование водной экосистемы представляется важным направлением решения задачи экологического мониторинга и параметрические антенны в этой области

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гаврилов А.М., Тарасов С.П., Пояркова В.А., Новиков Б.К. Работа параметрической антенны в условиях мелкого моря // Прикладная акустика. Таганрог: ТРТИ, 1985. Вып. XI. С. 110–116.
2. Воронин В.А., Тарасов С.П., Тимошенко В.И. Гидроакустические параметрические системы. – Ростов-на-Дону: Ростиздат, 2004. – 400 с.
3. Кириченко И.А., Раскина М.А. Задача синтеза адаптивных акустических систем. Нелинейная гидроакустика // Труды конференции. – Ростов-на-Дону: Ростиздат, 2006. – С.40–46.
4. Кравчук Д.А. Куценко А.Н. Экспериментальное исследование модового распространения сигнала в мелком море // XVIII сессия Российского акустического общества. 2006. Т.2. – С.214–217.

Кравчук Денис Александрович

Технологический институт Южного Федерального университета в г.Таганроге

E-mail: denik545@yandex.ru

347928, Россия, г.Таганрог, ГСП 17А, пер. Некрасовский, 44

Тел.: 8(8634) 37-17-91

Kravchuk Denis Aleksandrovich

Taganrog Institute of Technology - Southern Federal University

E-mail: denik545@yandex.ru

44, Nekrasovsky, Taganrog, GSP-17-a, Russia, Ph.: +7 (8634)-37-17-95

УДК 534.23

Б. А. Касаткин, Н. В. Злобина, Л. Г. Стаценко, Д.В. Злобин

**ПРИДОННАЯ ВОЛНА И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ
ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА
ВЕРХНЕГО СЛОЯ МОРСКОГО ДНА**

На основе обобщенной теории отражения сферической волны от импедансной границы раздела доказано существование пограничного звукового канала и локализованной в нем придонной волны. Определены характеристики придонной волны и оптимальные условия ее возбуждения. Показана возможность использования придонной волны для визуализации верхнего слоя морского дна на определенном горизонте, положение которого определяется возвышением источника излучения над дном.

Нормальная волна; полное внутреннее отражение; обобщенная теория отражения; придонная волна; пограничный звуковой канал.

B.A. Kasatkin, N.V. Zlobina, L.G. Statsenko, D.V. Zlobin

**SUBBOTTOM WAVE AND PROSPECTS OF ITS APPLICATION FOR
ECOLOGICAL MONITORING THE TOP LAYER OF SEA BOTTOM**

On basis of generalized theory of reflection of spherical wave from impedance interface the existence of boundary sound channel and subbottom wave localizing in it is