

Фокусировка поля в гидроакустическом волноводе в заданный интервал глубин

Одним из направлений современной гидроакустики является развитие методов выборочного освещения отдельных участков подводного звукового канала (ПЗК) с помощью излучающей антенной решетки. В работах по данной тематике основное внимание обычно уделяется анализу фокусировки поля в заданную точку методом обращения времени, а также формирования медленно расплывающихся волновых пучков. Эффективный метод решения более широкого класса задач, связанных с управлением полем антенны в ПЗК, предложил и опубликовал в журнале «Изв. вузов – Радиофизика» в 1985 году Владимир Ильич Таланов. В отличие от традиционных подходов, развитых для синтеза антенн в свободном пространстве, его метод учитывает специфические особенности формирования поля в условиях волноводного распространения.

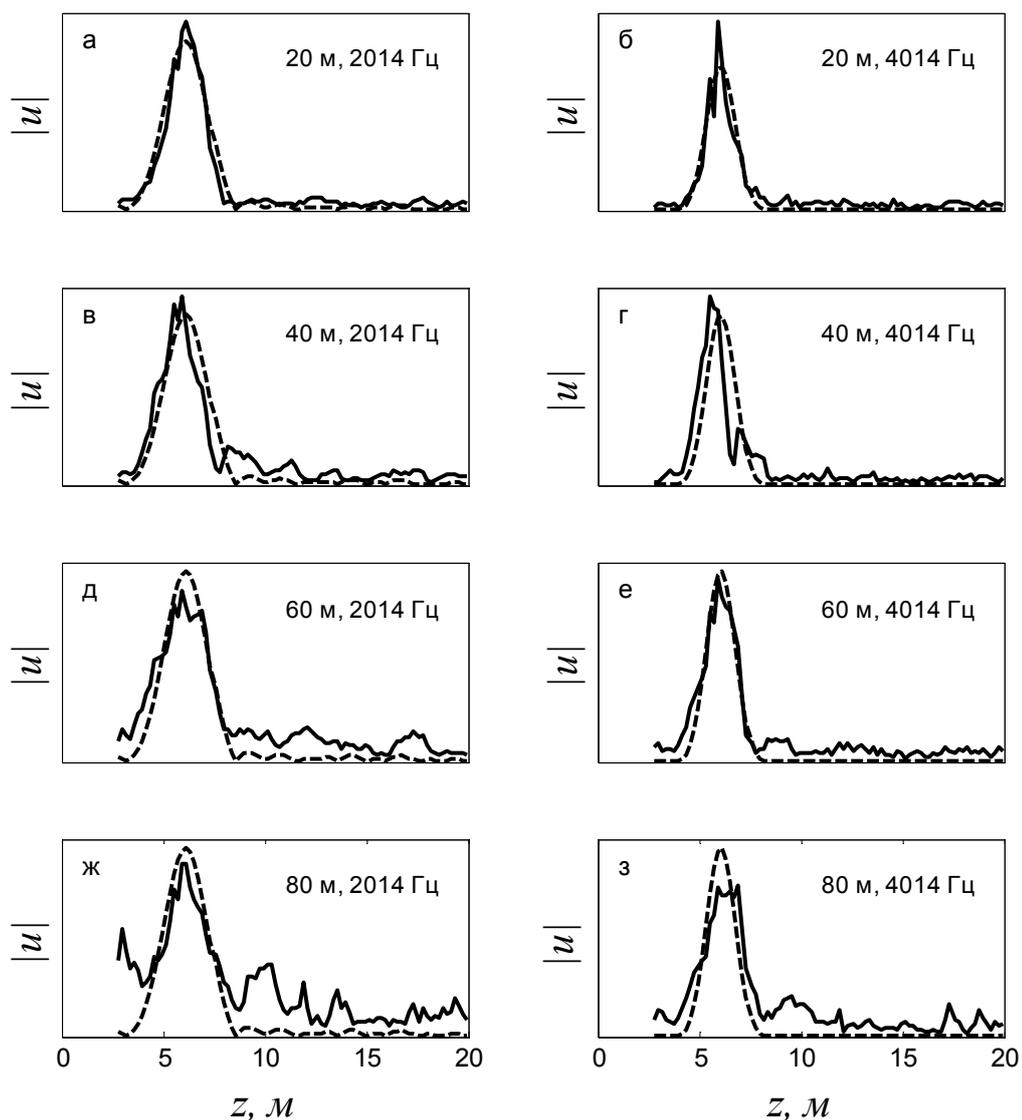
В последние годы в Центре гидроакустики ИПФ РАН проведена серия теоретических и экспериментальных исследований по фокусировке звуковых полей в ПЗК с использованием метода В.И. Таланова. Работы по этой тематике начались несколько лет назад после того, как в Центре гидроакустики были разработаны и изготовлены протяженные приемные и излучающие антенные решетки, необходимые для проведения натурных измерений.

В ходе этих исследований сотрудниками ИПФ РАН В.В. Артельным, П.В. Артельным, А.Л. Вировлянским, А.Ю. Казаровой и П.И. Коротиним развит метод оптимального выбора амплитудно-фазовых распределений на элементах излучающей решетки для максимальной концентрации энергии звукового поля на дистанции наблюдения внутри выбранного интервала глубин. Таким образом, речь идет о фокусировке поля не в точку, а в интервал конечной ширины. При решении вариационной задачи максимизируется отношение средних интенсивностей поля внутри и вне заданного интервала глубин.

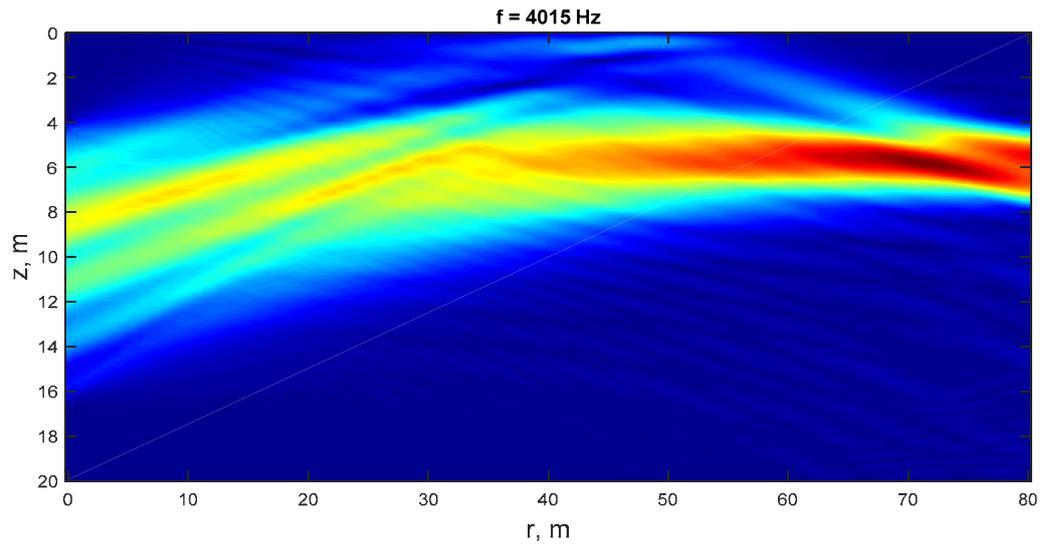
Для практической реализации процедуры фокусировки требуется достаточно точная математическая модель среды. Обычно основной трудностью при построении надежной модели является недостаток информации о параметрах грунта. Показано, что на относительно коротких трассах эту трудность можно преодолеть, используя для формирования звукового поля лишь волны, распространяющиеся от антенны до дистанции наблюдения без отражений от дна. При этом неточность модели грунта не влияет на полученный результат.

Работоспособность предложенного метода фокусировки поля в интервал глубин продемонстрирована в натурном эксперименте, выполненном в Ладожском озере (см. рис. 1). Глубина озера в месте проведения измерений составляла около 20 м. Излучение и регистрация звуковых волн выполнялись на несущих частотах 2014 и 4014 Гц на трассах длиной до 80 м.

А.Л. Вировлянский, д.ф.-м.н., зав. лаб. ИПФ РАН



Результаты опытов по фокусировке поля в интервал глубин от 4 до 8 м на частотах 2014 Гц (левый столбец) и 4014 Гц (правый столбец) на дистанциях 20 м (а,б), 40 м (в,г), 60 м (д,е) и 80 м (ж,з). *Сплошные линии*: результаты измерений. *Пунктир*: предсказания теории. Глубина озера в месте проведения измерений составляла около 20 м.



Пример численного решения вариационной задачи о фокусировке звукового поля в интервал глубина от 4 до 8 м на дистанции 80 м на Ладожском полигоне с использованием вертикальной излучающей антенны из 64 элементов, равномерно заполняющих интервал глубин от 4 до 16 м. Несущая частота 4015 Гц.