

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 534.2:519.6

© 1993 г. Н.К. Вдовичева, В.А. Лазарев, И.А. Окомелькова,  
А.Д. Соколов

ФЛУКТУАЦИИ ИНТЕНСИВНОСТИ ЗВУКА  
В МЕЛКОВОДНОМ ВОЛНОВОДЕ С ТЕЧЕНИЕМ

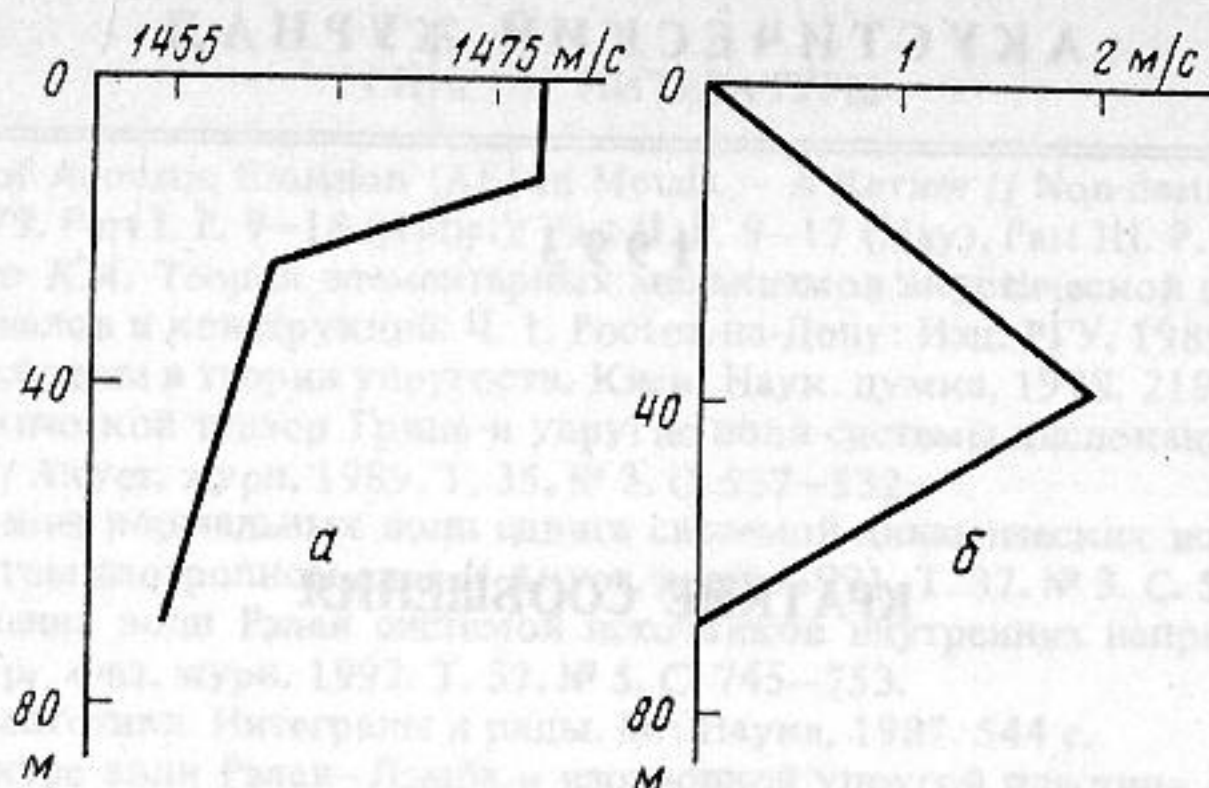
Изменения интенсивности звука, принятого в океаническом волноводе на некотором расстоянии от стабилизированного излучателя, определяются динамикой неоднородностей морской среды и смещениями в пространстве точек расположения источника и приемника [1, 2]. Даже при сравнительно близком друг к другу расположении точек приема в условиях пренебрежимо малых изменений по трассам распространения акустических волн интенсивности принимаемого звука могут значительно отличаться в зависимости от того, в максимум или в минимум интерференционной структуры поля попадет приемник. Однако амплитуда флуктуаций интенсивности принимаемого звука с течением времени в различных точках приема обычно в этих условиях отличается мало. Наличие в морской среде течений может изменить интенсивность принимаемого звука для близко расположенных точек приема незначительно, но, как будет показано ниже, существенно может сказаться на амплитуде временных флуктуаций интенсивности и при этом различным образом даже для близко расположенных точек приема.

В районе шельфовой зоны с ровным дном (толщина водного слоя 69 м) нами в течение 7 час проводились измерения интенсивности звука на длине волны 6,4 м от стабилизированного источника, удаленного от точек приема на 19 км. Измерения производились одновременно в трех точках, расположенных так, что угловое расстояние, если смотреть из источника, составляли 1,5 и 15,5°. Приемники устанавливались в 5 м от дна на якорях, а источник, погруженный на глубину 15 м, мог свободно перемещаться на тросе длиной 70 м. Одновременно с измерениями интенсивности звука с помощью буйков с нейтральной плавучестью, дрейфующих на глубинах 7, 30 и 40 м, были получены данные о направлении и вертикальном профиле скорости течения, которые вместе с вертикальным профилем скорости звука приведены на рисунке. Максимальная скорость течения составляла 0,1% скорости звука.

На основе методов, алгоритмов и программ, разработанных в [3, 4], для грунта с плотностью 1,6 г/см<sup>3</sup> и скоростью звука 1697 м/с при различных углах между скоростью течения и направлением распространения акустической волны в интервале расстояний 1900 ± 10<sup>3</sup> м были рассчитаны пространственные распределения интенсивности акустического поля при прочих условиях задачи, соответствующих условиям эксперимента. Если предположить, что основной причиной флуктуаций уровня принимаемых сигналов является дрейф излучателя, то по рассчитанным пространственным изменениям интенсивности легко установить амплитуду временных флуктуаций сигнала в различных точках приема.

Интерференционная структура акустического поля в данном океаническом волноводе, как показывают расчеты, представляет собой в интервале расстояний до источника 18–20 км чередование максимумов и минимумов, перепады интенсивности между которыми колеблются от 21 до 14 дБ, а пространственные интервалы между максимумами составляют 50–400 м. Таким образом, перемещения источника на ± 70 м являются причиной того, что приемник мо-

Угол между скоростью течения и направлением распространения, град	Амплитуды флуктуаций интенсивности, дБ	
	измерения	расчет
186,5	21	21
188	21	19
195,5	12	14



Вертикальные профили скоростей: а — звука, б — течения

жет оказаться либо в интерференционном максимуме, либо минимуме, либо в промежуточном между ними значении поля интенсивности излучения. При этом если один приемник при смещении источника может облучиться сначала максимумом, а потом минимумом, отличающимся от максимума на 21 дБ, то для другого приемника этот перепад может составить лишь 14 дБ, т.е. флуктуации интенсивности принимаемых сигналов на этих приемниках будут отличаться на 7 дБ. В отсутствие же течения, так как волновод в горизонтальной плоскости однородный и расстояния от источника до приемников отличаются менее чем на 50 м, такое отличие было бы невозможным.

Так же как и данные расчета, результаты натурных измерений амплитуд флуктуаций интенсивности акустического поля (см. таблицу) показывают, что в присутствии однородного слоистого течения стратифицированной среды с максимальным значением скорости течения 0,1% от скорости звука амплитуды флуктуаций сигналов различных приемников могут отличаться на 7–9 дБ при угловых расстояниях между приемниками  $15,5^\circ$  на дистанции около  $3 \cdot 10^3$  длин волн излучения от источника и незначительных (10 длин волн) его перемещениях.

Некоторое отличие рассчитанных и измеренных величин возможно устранимо при более полном и точном наборе гидрологических данных. Эти данные могут быть уточнены и расчетным путем по результатам сравнения с экспериментом амплитуд флуктуаций интенсивности. Правда, такой путь получения данных о течении по своей трудоемкости едва ли может конкурировать с томографическим методом [5], основанным на измерении звуковых задержек при распространении акустических волн в различных направлениях.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурдик В.С. Анализ гидроакустических систем. Л.: Судостроение, 1988.
2. Урик Р.Дж. Основы гидроакустики. Л.: Судостроение, 1978.
3. Вдовичева Н.К., Окомелькова И.А., Шерешевский И.А. О звуковом поле гармонического источника в слоистой среде с течением // Акуст. журн. 1990. Т. 36. № 1. С. 5–11.
4. Окомелькова И.А., Шерешевский И.А. Расчет нормальных волн в слоистой среде: Препринт № 235. Горький: ИПФ АН СССР, 1989.
5. Munk W., Wunsch C. Ocean acoustic tomography: a scheme for large scale monitoring // Deep-Sea Res. 1979. V. 26. P. 123–161.

Институт прикладной физики  
Российской академии наук

Поступило в редакцию  
14.10.91

После исправления  
15.04.92