

ИЗМЕНЕНИЕ УРОВНЯ ШУМА ОКЕАНА С ГЛУБИНОЙ

© 1997 г. Г. М. Дронов

Акустический институт им. Н.Н. Андреева РАН
117036 Москва, ул. Шверника, 4

Поступила в редакцию 13.11.96 г.

Экспериментальное изучение зависимости уровней шума океана от глубины приема представляет значительный интерес, так как расширяет представление о двух важных механизмах проникновения шума поверхностных источников в подводный звуковой канал (ПЗК). К таким механизмам, как показали теоретические оценки [1], относятся отражение звука материковым склоном и “захват” звука каналом при выходе его оси к поверхности севернее фронтальной зоны в приполярных районах океана. Именно эти эффекты вызывают наблюдаемое в эксперименте [2, 3] сглаживание в глубинных зависимостях минимума уровней шума, теоретически предсказываемого на оси глубоководного ПЗК при доминирующем вкладе дальних источников [4]. Уровни шума могут даже возрастать по мере приближения к оси канала, что и наблюдается в реальных условиях при преобладании шума от прибрежных (приполярных) источников над шумом всех остальных источников, расположенных на шумообразующей акватории. Именно такой случай описывается в настоящей работе. Здесь же приводятся результаты измерений глубинных зависимостей в районе с приповерхностным каналом, где из-за влияния шума, отраженного от склона, наблюдался спад уровней принимаемого шума от поверхности ко дну, заметно превышающий расчетный для слоисто-однородного океана.

Измерения проводились в двух глубоководных районах (глубины около 5 км) Тихого океана: северо-западном и юго-западном (Филиппинское море). Удаление точек измерения от шельфа составило соответственно 250–350 и 600–700 км. Количество измерений в каждом районе – четыре и три, расстояние между точками 50–150 км. Северо-западный район характеризовался гидрологией с приповерхностным или близким к поверхности звуковым каналом (рисунок, а; сплошная линия). В юго-западном районе гидрология была тропической с осью канала на глубине 1 км (рисунок, а; пунктирная линия).

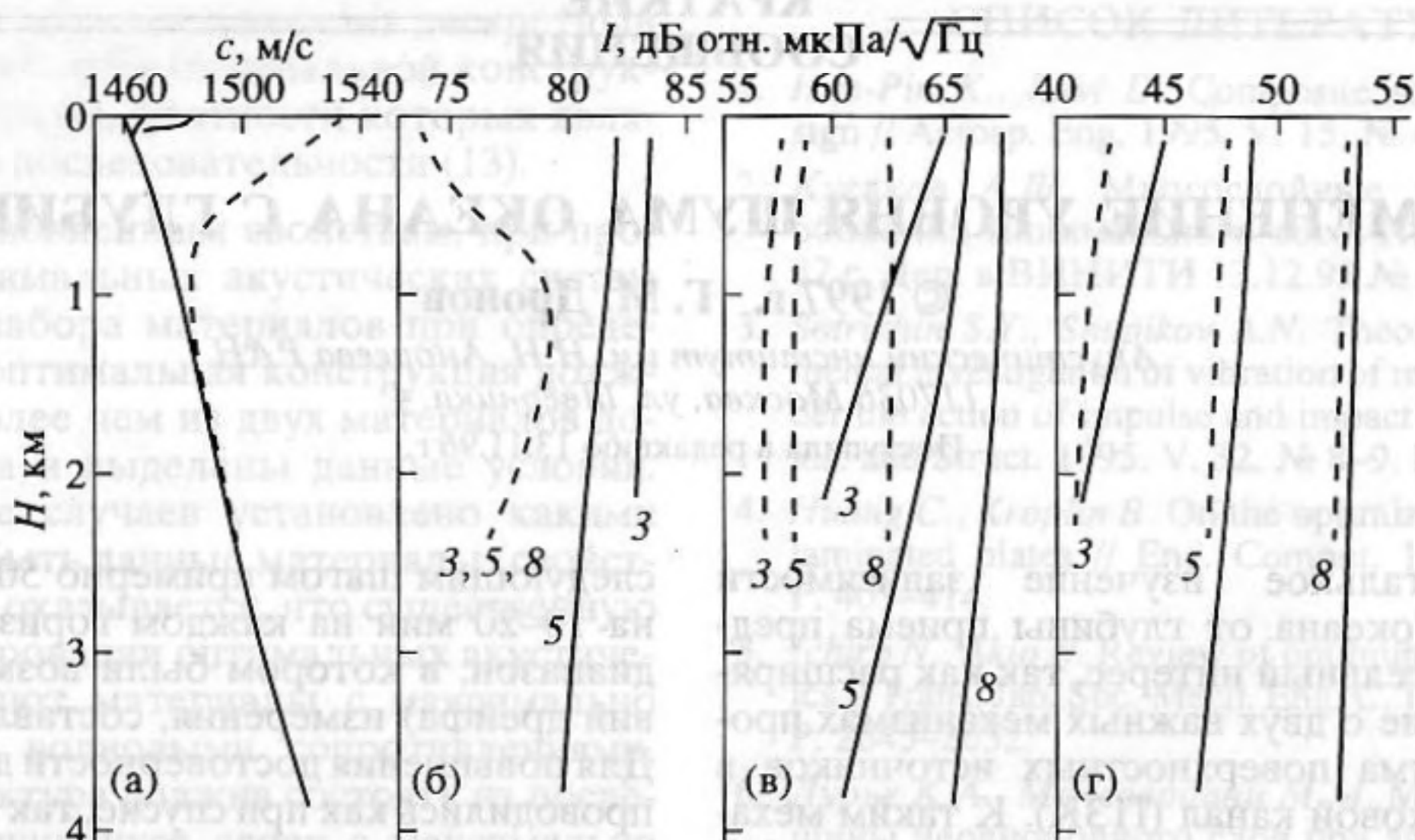
Измерения выполнялись приемной системой, которая была соединена кабелем с дрейфующим в “режиме тишины” судном и последовательно проходила ряд горизонтов, начиная со 150 м, с по-

следующим шагом примерно 500 м и остановкой на 10–20 мин на каждом горизонте. Частотный диапазон, в котором были возможны (для условий дрейфа) измерения, составлял 40 Гц–10 кГц. Для повышения достоверности данных измерения проводились как при спуске, так и при подъеме системы и повторялись с интервалом не менее суток. Максимальная глубина приема составила в южном районе 2.4 км, в северном – 3.8 км. Для контроля окружающей шумовой обстановки, в частности для оценки поправок, вносимых изменением скорости ветра, использовалась в качестве опорной приемная система, находившаяся на постоянной глубине 150 м при удалении от судна не менее 500 м.

На рисунке, б–г представлены глубинные зависимости уровней шума океана, полученные в южном и северном районах на частотах 100, 500 и 2500 Гц при трех скоростях ветра 3, 5 и 8 м/с. В обоих районах наибольшие уровни шума зарегистрированы вблизи оси ПЗК. Эта особенность проявлялась на частотах 40–300 Гц в южном районе (максимально около 100 Гц) и на частотах 100 Гц–1 кГц – в северном районе (наиболее ярко на частотах от 300 до 500 Гц).

Расчет, проведенный по модели слоисто-однородного океана [5], показал, что для северной гидрологии уменьшение уровня шума от поверхности ко дну, хотя и происходит, но незначительно. Так на частотах 2500 и 500 Гц для перепада глубин 4 км спад не превышал 0.5–1.5 дБ. Результаты расчета совпали с данными эксперимента для частот выше 1 кГц. Так, из рисунка, г видно, что на частоте 2.5 кГц уровень шума на глубине 3.8 км меньше уровня на глубине 150 м всего на 0.5–1 дБ при скоростях ветра 5 и 8 м/с. Для южной гидрологии уровни шума на частоте 2.5 кГц также были практически постоянны по глубине, что обусловлено доминированием ближних ветровых источников, находящихся в зоне освещенности непосредственно над точкой приема, уровни шума от которых, как известно, по глубине мало изменяются.

С понижением частоты все большую роль начинают играть дальние источники, расположенные над шельфом и материковым склоном. К ним надо относиться как ветровые источники, так и дви-



Изменение по глубине скорости звука (а) и усредненных по совокупности измерений уровней шума на частотах 100 (б), 500 (в) и 2500 Гц (г) в двух районах океана: северо-западном (сплошная линия) и юго-западном (пунктирная линия). 3, 5, 8 – глубинные зависимости, полученные соответственно при скорости ветра 3; 5 и 8 м/с.

жущиеся вдоль побережья суда, шумность которых на низких частотах резко возрастает. Именно с влиянием дальних прибрежных источников может быть связан наблюдавшийся в южном районе максимум на оси ПЗК уровней шума на частоте 100 Гц (рисунок, б; пунктирная линия) и крутой спад с глубиной приема уровней шума на частоте 500 Гц в северном районе, достигавший 5–6 дБ при малой скорости ветра (3 м/с) и перепаде глубины всего 2 км (рисунок, в; кривая 3). Сопоставление с расчетом по модели формирования шумового поля, учитывающей отражение звука подводным склоном [6], показывает хорошее совпадение в характере получаемых теоретически и практически глубинных зависимостей. Отметим, что, если в случае глубоководного ПЗК отражение от склона позволяет звуку от поверхностных источников распространяться в канале под малыми углами скольжения, то в случае приповерхностного канала такое распространение возможно изначально и важность приобретает факт дипольной направленности поверхностных источников. Шум от таких источников после отражения от склона имеет больший спад уровня с глубиной, чем в случае слоисто-однородного океана. Этот перепад растет с увеличением мощности прибрежных источников.

Максимум уровней шума на оси канала в южном районе быстро уменьшается с ростом частоты и совсем пропадает (рисунок, в) на частотах, больших 300 Гц, что очевидно связано не с увеличением затухания, а с уменьшением мощности прибрежных шумовых источников, когда таковыми являются суда. Для северной гидрологии, из-за присутствия в районе измерений рыболовецких

судов, спад уровней шума с глубиной практически исчезает на частотах менее 100 Гц, становясь не более 1–2 дБ, т.е. таким, каким его можно ожидать в случае доминирования ближних источников, находящихся не над материковым склоном.

Представленные результаты экспериментов подтверждают важность учета вклада в принимаемый шум прибрежных источников и знания их природы для корректного прогнозирования параметров шумового поля, включая глубинные зависимости шума в океане.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (код РФФИ 96-05-64082).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Dashen R., Munk W. Three models of global ocean noise // J. Acoust. Soc. Amer. 1984. V. 76. P. 540–554.
2. Охрименко Н.Н. О глубинной зависимости шумов океана // Вопросы судостроения. Сер. Акустика. 1982. № 15. С. 131–133.
3. Курьянов Б.Ф., Моисеев А.А. Исследование глубинной зависимости низкочастотных шумов океана с помощью буя управляемой плавучести // Акуст. журн. 1994. Т. 40. № 3. С. 487–488.
4. Morris G.B. Depth dependence of ambient noise in the northeastern Pacific ocean // J. Acoust. Soc. Amer. 1978. V. 64. P. 581–590.
5. Аредов А.А., Охрименко Н.Н., Фурдуев А.В. Анизотропия шумового поля в океане (эксперимент и расчет) // Акуст. журн. 1988. Т. 34. № 2. С. 215–221.
6. Аредов А.А. Влияние материкового склона на вертикальную анизотропию шумового поля в океане // Судостроительная промышленность. Сер. Акустика. 1988. Вып. 3. С. 41–47.