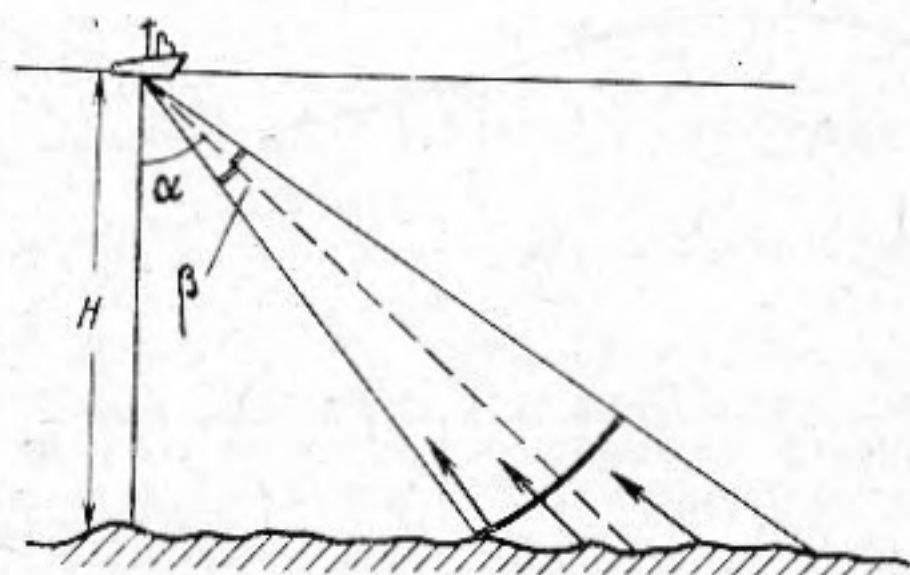


О РЕГИСТРАЦИИ НЕРОВНОСТЕЙ НА ДНЕ ОКЕАНА

В. И. Вологов

В последнее время значительно возрос интерес к изучению неровностей на дне океана, в особенности тех, которые слишком малы, чтобы быть зарегистрированными при эхолотном промере, и в то же время слишком велики, чтобы быть зарегистрированными при использовании средств подводного фотографирования. Информация о таких неровностях может быть получена при анализе акустических сигналов небольшой длительности, рассеянных дном в обратном направлении.

В качестве источника акустических сигналов может быть использован взрыв [1]. Однако интерпретация данных, полученных с использованием взрыва, затруднена



Фиг. 1

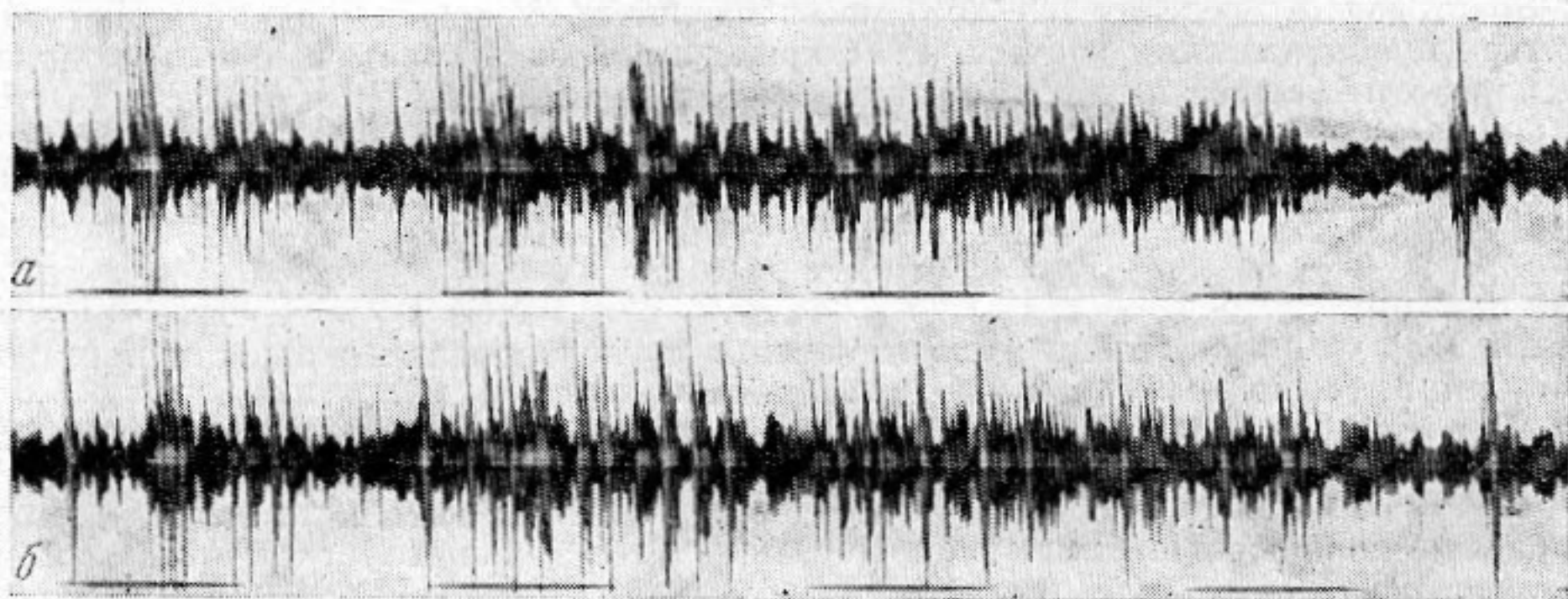
из-за его ненаправленности. Тональные системы, которые применялись с целью регистрации малых неровностей дна, работали на частотах порядка десятков кГц при небольшой глубине места или при приближении их ко дну путем опускания на кабель-тросах [2—4].

В 1966 году в Атлантическом океане при значительных глубинах нами для этих целей была использована бортовая направленная тональная система с частотой 5 кГц. Максимум диаграммы направленности антенны был ориентирован под некоторым углом к плоскости дна. Короткий акустический импульс с высокочастотным заполнением, распространяясь по озвучен-

ному участку дна, рассеивался на неровностях и принимался той же антенной. Геометрия опыта в вертикальной плоскости, проходящей через ось диаграммы направленности, схематически представлена на фиг. 1.

В том случае, когда пространственная ширина посылки достаточно мала и сигналы, рассеянные неровностями, разделяются во времени, принимаемый сигнал состоит из совокупности отдельных импульсов. То, что принятые импульсы действительно являются «откликами» от отдельных неровностей, должно подтверждаться стабильностью их появления и неизменностью временных интервалов между импульсами при продолжительной работе.

Примеры записи рассеянного дном сигнала на фоторегистраторе типа КЭП-1 представлены на фиг. 2, а, б. Записи были получены в районе одной из холмистых зон Атлантического океана при глубине места около 4500 м. Длительность посылки в опыте составляла 2 мсек. Записи а и б сделаны с интервалом времени 20 сек. Из



Фиг. 2

рассмотрения записей можно заключить, что принятые рассеянные дном сигналы действительно состоят из совокупности отдельных импульсов, причем амплитуда их и временные интервалы между ними относительно устойчивы во времени.

Обычный эхолотный промер, проводившийся после опыта, не позволял установить наличия на дне каких бы то ни было неровностей.

Таким образом, сигнал малой длительности, рассеянный дном в обратном направлении, позволяет зарегистрировать небольшие неровности его поверхности. При этом представляется возможным оценить концентрацию неровностей на дне, т. е. плот-

ность их размещения. Эта плотность, очевидно, равна $N_0 = n/S$, где S — озвученная площадь дна, n — число неровностей, зарегистрированное на ней и определяемое по количеству импульсов, устойчиво появляющихся на записях.

В обозначениях, приведенных на фиг. 1:

$$N_0 \approx \frac{n \cos \alpha (\cos \beta + \cos 2\alpha)}{\pi H^2 (1 - \cos \beta)}$$

Эта величина дает возможность оценить среднее расстояние между неровностями, как $L_0 \approx \sqrt{1/N_0}$. В случае малых углов β раствора диаграммы направленности системы

$$L_0 \approx \sqrt{\frac{\pi}{n} \frac{H\beta}{2 \cos^{3/2} \alpha}}$$

В приведенном примере величина L_0 составляла около 90 м.

Дополнительное использование данных об интенсивности сигналов, рассеянных отдельными неровностями, может дать возможность оценки характерного размера неровностей при некоторых предположениях об их форме.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ю. Ю. Житковск и й. Акустический метод измерения расстояний между неровностями на дне океана. Океанология, 1966, 6, 6, 1096—1098.
2. A. H. Stride. Geological interpretation of Asdic records. Intern. Hydr. Rev., 1961, 38, 1, 131—139.
3. C. S. Clay, W. S. Wismont. Lateral echo-sounding of the ocean bottom on continental rise. J. Geophys. Res., 1964, 69, 18, 3823—3835.
4. New Westinghouse sonar. Undersea technology, 1964, 5, 10, 24—25.

Акустический институт АН СССР
Москва

Поступило в редакцию
29 апреля 1967 г.

УДК 534.222

К ВОПРОСУ О РАСПРОСТРАНЕНИИ ЗВУКА В НЕОДНОРОДНОЙ СРЕДЕ

М. Б. Гитис, В. П. Романов

При распространении звука в неоднородной среде возникает специфическое поглощение звука, связанное с теплообменом между неоднородностями. При наличии резких границ раздела между неоднородностями (например, в эмульсиях) коэффициент поглощения звука α в области не слишком низких частот ω оказывается пропорциональным $\sqrt{\omega}$ [1].

Представляется интересным выяснить роль неоднородностей в случае отсутствия резкой границы раздела между ними. Это весьма важно при изучении распространения звука в средах с сильно развитыми флюктуациями плотности, концентрации, структуры и т. д. В качестве примера мы вычислим добавочное поглощение звука, связанное с флюктуациями концентрации в жидких растворах. Эти оценки легко переносятся на случай флюктуаций любого типа.

Как известно, коэффициент поглощения звука определяется равенством [1]:

$$k - i\alpha = \omega \sqrt{\rho \left(\beta_T - \left\langle \alpha_T \frac{\delta T}{\delta p} \right\rangle \right)}, \quad (1)$$

где k — волновой вектор, ρ — плотность, β_T — изотермическая сжимаемость, α_T — коэффициент теплового расширения, δp и δT — приращения давления и температуры в звуковой волне. Значок $\langle \rangle$ означает усреднение по объему, характерные размеры которого много меньше длины звуковой волны, но гораздо больше, чем средние размеры неоднородностей.

Связь между δp и δT определяется уравнениями теплопроводности и энтропии. Следуя работе [1] и полагая амплитуду звукового давления равной единице, получаем уравнение, описывающее пространственное распределение температуры:

$$\Delta T - 2in^2T + 2in^2T_0\alpha_T / \rho C_p = 0, \quad (2)$$

где C_p — теплоемкость, $(1+i)n = (1+i)(\omega\rho C_p / 2\kappa)^{1/2}$ — волновой вектор волны теплопроводности, κ — коэффициент теплопроводности.