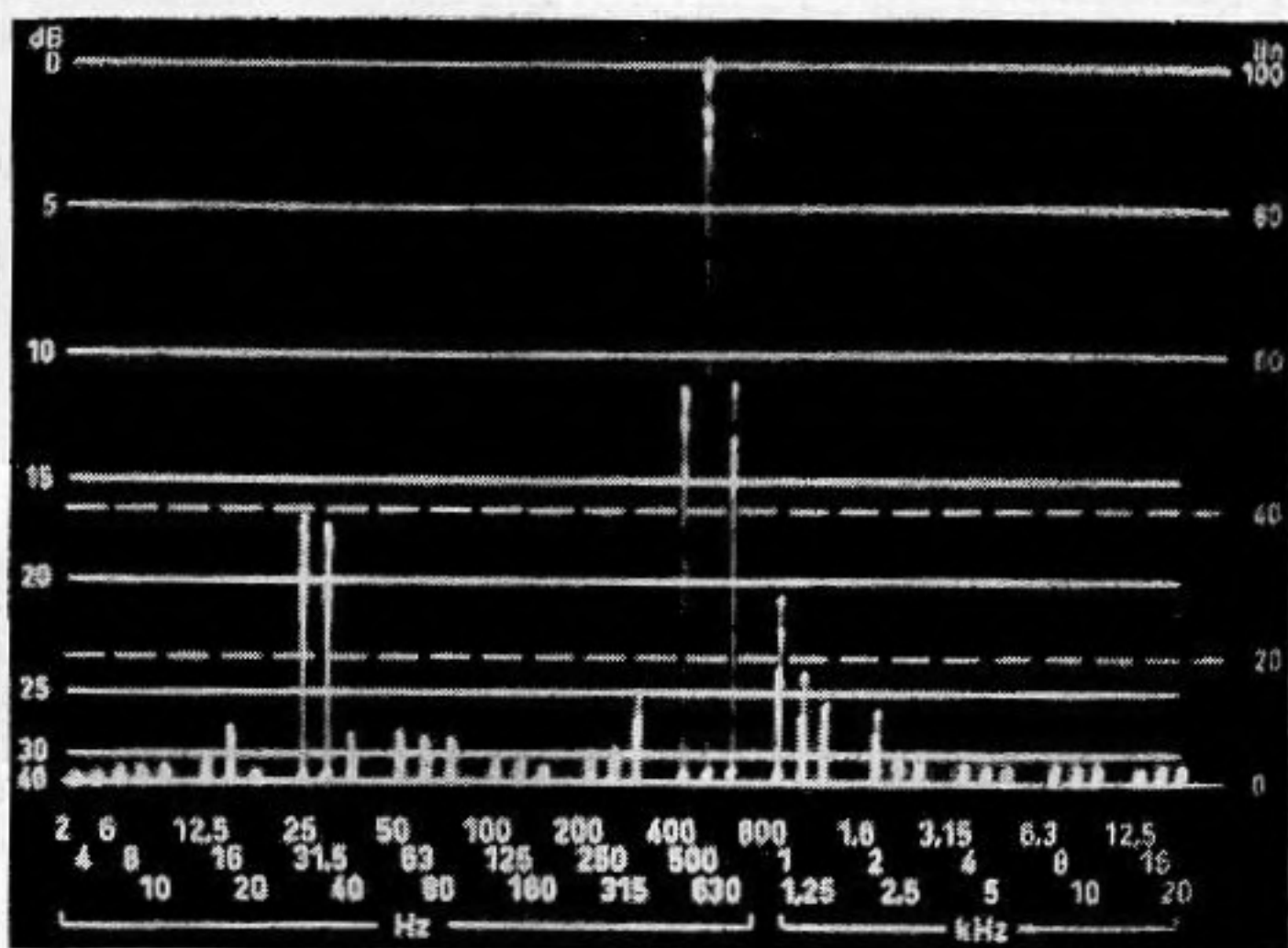


## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ АКУСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ, ИЗЛУЧАЕМЫХ НАРВАЛАМИ

*В. В. Богородский, Г. А. Лебедев*

При экспериментальных исследованиях динамики ледяного покрова радиоакустическим методом в мелководном районе Арктического бассейна западнее Земли Франца-Иосифа в мае — июне 1976 г. было обнаружено явление синхронного излучения акустических сигналов биологическими объектами в звуковом и инфразвуковом диапазонах частот. При этом в звуковом диапазоне наблюдался частотно-модулированный сигнал с полосой девиации  $\sim 250$ – $3500$  гц, в инфразвуковом диапазоне — тональный сигнал с частотой  $25$ – $30$  гц. Регистрируемые сигналы были классифицированы как сигналы нарвалов (*Monodon monoceros*), неоднократно визуально наблюдаемых в разводье на расстоянии около  $1$  км от места измерений.



Фиг. 1. «Мгновенный» энергетический спектр интенсивного акустического сигнала, излучаемого нарвалом

Правомочность такой классификации подтверждается также анализом спектрально-энергетических характеристик акустических сигналов китообразных [1], в частности их частотной модуляцией, в отличие от одночастотных сигналов тюленей [2].

Характерной особенностью наблюдаемых сигналов является равенство длительностей  $T_{\text{нч}} = T_{\text{чм}}$  и постоянство соотношения уровней сигналов  $U_{\text{чм}}$  и  $U_{\text{нч}}$ , зарегистрированных в  $1/3$ -октавной полосе частот. Анализ показывает, что при наличии в исследуемом районе излучающей особи  $U_{\text{чм}} > U_{\text{нч}} \sim$  на  $17$  дб.

Образец «мгновенного» энергетического спектра исследуемых акустических сигналов, полученный с использованием многоканального  $1/3$ -октавного анализатора спектра низких частот типа FSP-80 и широкополосного усилителя М60 (полоса частот  $1$  гц —  $100$  кГц), показан на фиг. 1. Время анализа процесса составляло  $\sim 30$  мсек, время экспозиции  $\sim 0,3$  сек. Уровни сигналов выражены в дб относительно нулевого уровня, равного  $3$  в, коэффициент усиления тракта  $K = 90\,000$ , чувствительность звукоприемника  $\gamma = 200$  мкв/н/м<sup>2</sup>.

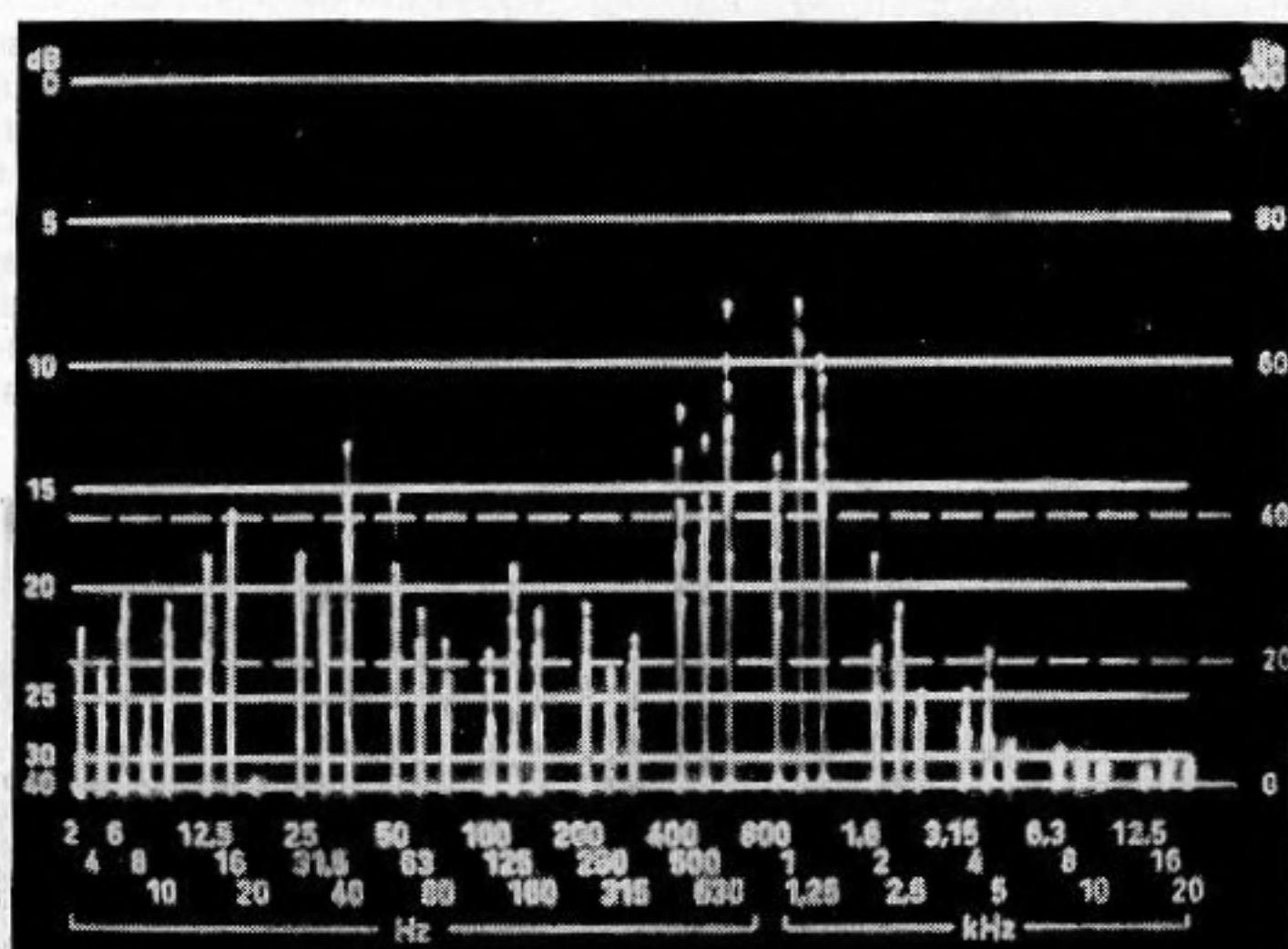
Эксперименты показали, что при наличии нескольких излучающих особей разница в уровнях высокочастотного и низкочастотного сигнала уменьшается, причем увеличение уровня низкочастотных составляющих спектра соответствует в первом приближении их энергетическому суммированию.

Отметим, что указанные особенности синхронного излучения сигналов наблюдались только при интенсивных криках нарвалов, когда уровни сигналов на низких частотах превышали уровни фонового шума, обусловливаемого другими источниками. Это хорошо видно из сравнения фиг. 1 и 2, где представлена спектрограмма акустических сигналов малой интенсивности, зарегистрированных при наличии нескольких излучающих особей.

В заключение отметим, что при проведении обсуждаемых экспериментов было обнаружено явление «управления» биологической активностью в исследуемом райо-



не низкочастотными сигналами (с периодами 4,5–5 сек) большой интенсивности, проявляющимися в виде периодических флуктуаций интегрального уровня акустического поля в полосе частот 10 гц – 20 кгц. Можно предположить, что подобные низкочастотные сигналы обуславливались микросейсмическими колебаниями дна в штормовых зонах, находящихся на значительном удалении от района измерений. Данное предположение базируется на результатах экспериментальных исследований



Фиг. 2. Энергетический спектр акустических сигналов малой интенсивности при наличии нескольких излучающих особей

микросейсм на дне северной части Атлантического океана [3], указывающих, что для микросейсмических колебаний такого рода характерна дискретность периодов цугов волн, причем преобладающими являются периоды 4–5 сек.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. У. Шевилл. Подводные звуки китообразных (сб. пер.), «Морская биоакустика», Л., «Судостроение», 1969.
2. W. E. Shevill, W. A. Watkins, C. Ray. Underwater sounds of pinnipeds. Science, 1963, 141, 1, 50–53.
3. Ф. И. Монахов. Микросейсм на дне Балтийского моря и северной части Атлантического океана. Изв. АН СССР. Сер. геофизич., 1962, 7, 895–907.

Арктический и антарктический  
научно-исследовательский институт

Поступила  
18 января 1977 г.

УДК 534.222 : 532.528

### О РАСПРОСТРАНЕНИИ ВОЛН ПРОИЗВОЛЬНОЙ АМПЛИТУДЫ В ГАЗОЖИДКОСТНОЙ СМЕСИ

Ю. Я. Богуславский, С. В. Григорьев

Рассмотрим систему уравнений, описывающих распространение плоских волн произвольной амплитуды в газожидкостной смеси [1, 2]:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} = - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x}, \quad \frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} (\rho u) = 0,$$

(1)

$$\rho/\rho_{ж} = [1 + b(R^3 - R_{00}^3)]^{-1}, \quad p = p_0 (R_0/R)^{3\gamma} - \rho_0 (RR + 3R^2/2),$$

где  $b = 4\pi n/3$ ,  $\delta\rho_{ж} = \delta\rho/c^2$ ,  $n$  – число парогазовых пузырьков в единице объема;  $R_{00}$  – начальный радиус зародышей, из которых образуются парогазовые пузырьки (при  $R = R_{00}$ ,  $\rho = \rho_{ж}$  – плотность идеальной жидкости без парогазовых пузырьков);