

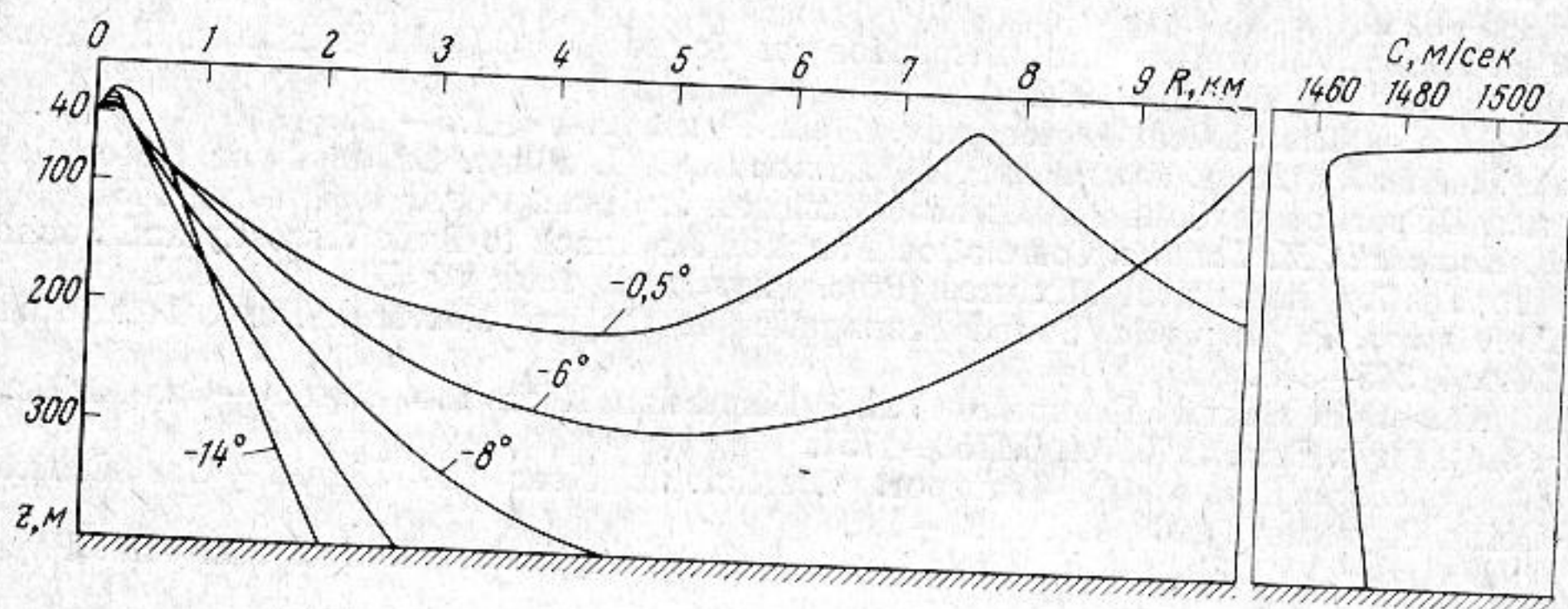
КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 551.466.82:534.222.1-7

О ВЛИЯНИИ ВНУТРЕННИХ ВОЛН НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЗВУКА
В РЕЗКО СТРАТИФИЦИРОВАННОЙ СРЕДЕ

Л. Н. Галкин, Л. М. Луничкина

В работах последних лет установлено, что в стратифицированной среде существуют флуктуации слоя скачка, которые представляют собой своеобразные волновые пакеты и довольно хорошо описываются теорией внутренних волн. Спектральный анализ флуктуаций плотности в слое скачка, выполненный, в частности, по измерениям в Черном море [1], свидетельствует о широком спектре энергонесущих частот с периодами от доли минуты до нескольких часов. Однако почти в каждой отдельно взятой реализации можно выделить для флуктуации температуры квазиволновой



Фиг. 1

процесс с фиксированным периодом. Соответствующая пространственная периодичность глубины залегания слоя скачка оказывает влияние на прохождение акустических волн в среде [2-4].

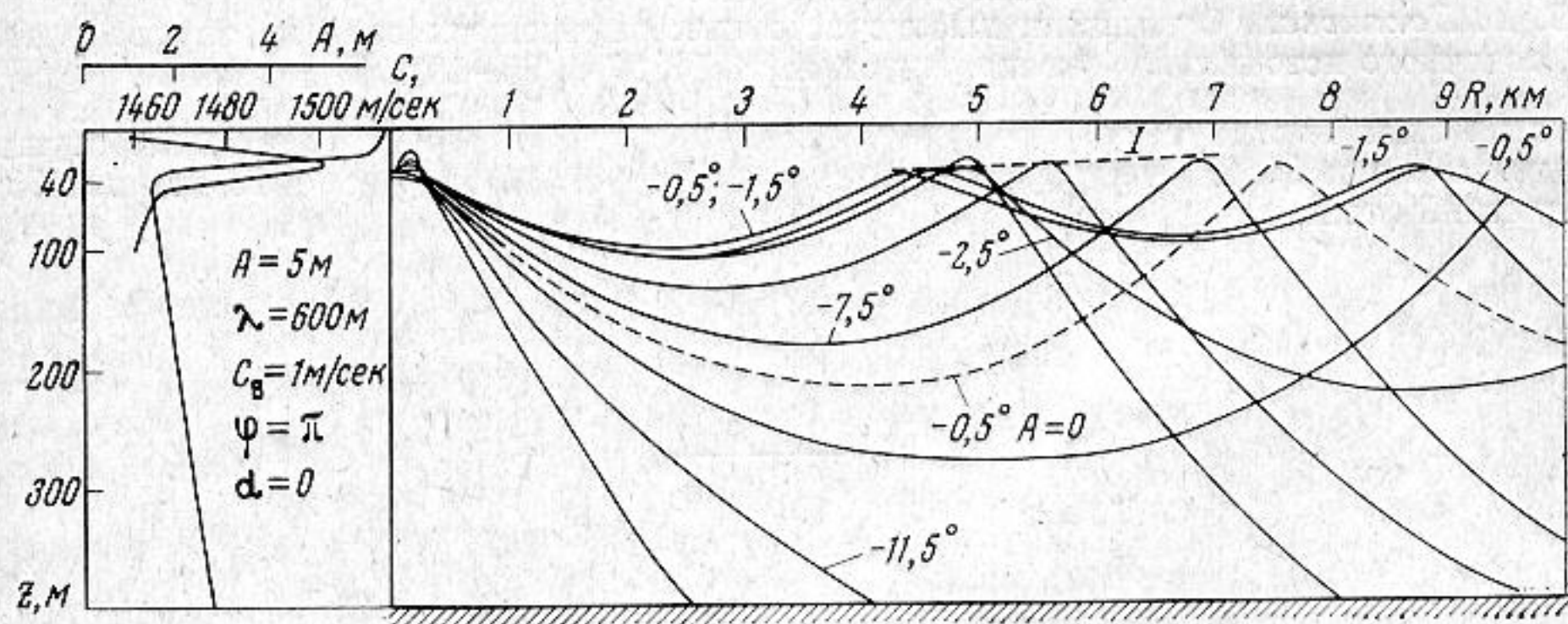
В резко стратифицированной среде градиент скорости звука может достигать значений $\text{grad}_z C = 4 \text{ сек}^{-1}$. На фиг. 1 приведены распределение скорости звука по глубине и лучевая картина для случая расположения источника звука вблизи оси звукового канала в отсутствие внутренних волн. Из расчетов следует, что значительная часть пространства оказывается в зоне тени.

Ниже приведены результаты расчета звукового поля для частного случая распространения звука в резко стратифицированной среде, возмущенной внутренней волной. Вычисление параметров волны производится согласно следующей схеме. По экспериментальным данным о температуре и солености определяется частота Вэйвнелл внутренней волны. Затем постулируется, что изменчивость слоя скачка в пространстве можно описать при помощи внутренней волны, распространяющейся со скоростью C_w и обладающей, для первой моды, волновым числом k . Тогда глубина залегания слоя скачка будет изменяться в пространстве по косинусоидальному закону, а соответственная зависимость скорости звука $C(x, z)$ от глубины может быть написана в виде

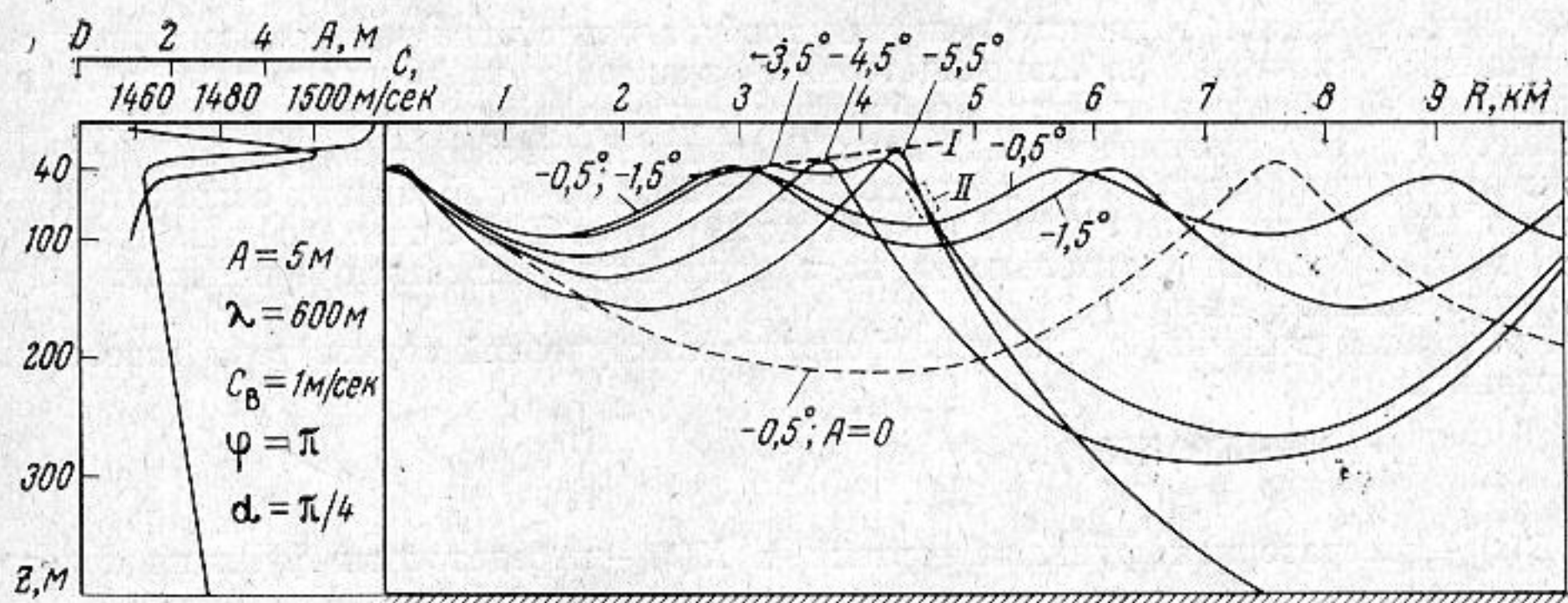
$$(1) \quad C(x, z) = C_0 [z - A(z) \cos(kx + \varphi)],$$

где $C_0(z)$ — распределение скорости звука по глубине в невозмущенной среде, $A(z)$ — амплитуда первой моды внутренней волны и φ — фаза волны в точке излучения. Численные значения A_{\max} , k и C_0 соответственно равны 5 м, $0,01 \text{ м}^{-1}$ и 1 м/сек. Разрезы $C_0(z)$ и $A(z)$ по глубине приведены в левой части фиг. 2 и 3.

При возмущении среды внутренней волной с длиной волны 600 м условия распространения звука резко изменяются. На фиг. 2 приведена картина звукового поля в случае внутренней волны с плоским фронтом, распространяющейся в плоскости



Фиг. 2



Фиг. 3

графика ($\alpha=0$) и (см. фиг. 3) в направлении, составляющем угол $\alpha=\pi/4$ с плоскостью графика. Из фигур следует, что практически вся «бывшая» область тени оказывается облученной ниже слоя скачка. Образуются дополнительные каустики, положение которых различно при различных значениях α . Энергетический расчет поля дает значения коэффициента положительной аномалии около единицы в основной области облучения, а для углов от $-0,5^\circ$ до $-1,5^\circ$ он колеблется от 2 до 8. В области каустик его значения достигают $20 \div 35$ (области I на фиг. 2 и 3).

Отметим, что внутренние волны могут создавать временную изменчивость звукового поля вследствие перемещения волны в пространстве. Интересно отметить также появление многократно рефрагирующих лучей. Так, лучи $-3,5^\circ$ и $-5,5^\circ$ (см. фиг. 3) первоначально разделены пространственно, но затем первый из них, вследствие двукратного преломления в области слоя скачка, оказывается распространяющимся практически по тому же направлению, что и второй (в пределах области II). В результате приемная система воспримет в пределах одного и того же телесного угла два сигнала от одного источника. Оба сигнала будут близки по амплитуде, но отличаться либо фазой, либо временем прихода.

В заключение авторы благодарят В. А. Полянскую за любезно предоставленную программу расчета и помощь в работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. Н. Галкин, Л. М. Луничкина. Температурные флуктуации в водной толще при резко выраженной стратификации. Изв. АН СССР. Сер. Физика атмосферы и океана, 1971, 7, 2, 232—236.
2. O. S. Lee. Effect of an internal wave on sound in the ocean. J. Acoust. Soc. Amer., 1961, 33, 5, 677—681.
3. О. П. Галкин, Л. В. Трезубова. Распространение звука при наличии внутренних волн. Тр. Акуст. ин-та, 1970, в. XIII, 107—113.
4. В. А. Полянская. О влиянии высокочастотных внутренних волн на звуковое поле точечного источника в океане. Акуст. ж., 1974, 20, 1, 95—102.

Акустический институт
Академии наук СССР
Сухумский филиал

Поступила
28 июня 1973 г.

УДК 534.78

СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПАУЗ РЕЧИ ДИКТОРА ДЛЯ НЕКОТОРЫХ РОМАНСКИХ И ГЕРМАНСКИХ ЯЗЫКОВ

А. А. Глухов

Развитие техники звукового вещания требует разработки унифицированных систем контроля качества работы вещательных трактов и их резервирования. Одним из параметров речевого сигнала, необходимых для такой разработки, является статистическое распределение речевых пауз. Сведения такого рода могут быть полезны также при решении проблемы компрессии и синтеза речи, во многих аспектах лингвистики, при идентификации звуковых образов и т. п. Более того, средняя длительность и распределение длительности пауз речи могут оказаться признаком, несущим информацию о языке.

Представим временную функцию фонетических уровней звуков речи известным выражением

$$(1) \quad |p(t)| = |E(t)| |K(t)|,$$

где $E(t)$ — генераторная функция гортани и $K(t)$ — передаточная функция голосового тракта.

Так как минимумы функции (1) могут иметь место и при произношении некоторых звуков речи, паузами называют временные отрезки с нулевыми значениями амплитуд звукового давления, если при этом на некотором отрезке времени t_i соблюдается неравенство $t_i > T_n$, где T_n — «период» самой низкой частоты речевого сигнала. Отметим, что такие минимумы функции $p(t)$ не поддаются обнаружению из-за влияния помех. Поэтому для правильного определения моментов пауз выбирают фонетические уровни звуков речи, так чтобы они превышали уровень аддитивных помех (N_n).

Существует несколько типов пауз (между фонемами, словами и т. п.), по-разному связанных с особенностями языка, индивидуальностью диктора и типом сообщения. Характеристики длительности этих пауз, как и темп речи, являются признаком индивидуальных особенностей произношения данного диктора. По этой причине была подвергнута анализу речь достаточно представительной группы дикторов. При проведении исследования, в соответствии с суточным расписанием передач на иностранных языках, сигнал с выхода микрофона студии поступал на вход тракта формирования программ. Аппаратурный анализ проводился на выходе этого тракта, параметры которого нормированы. Звуковым материалом служили тексты, типичные для передач вещания на иностранных языках. Было подвергнуто анализу всего 66 передач длительностью от 10 до 30 мин в исполнении 24 дикторов (4 диктора для каждого языка).

Речевое сообщение содержит некоторое множество пауз M . В интервале времени анализа T это множество конечно и образовано из элементов $\{x_1, x_2, x_3, \dots, x_i\}$, каждый из них $x_i \in M$. Анализатор, использованный для экспериментальных исследований, измерял не длительность существования i -го элемента множества M , а число или вероятность наличия $P(x)$ пауз, длительность которых попадает в той или иной временной интервал $t_1, t_2, t_3, \dots, t_i$. Когда пороговый уровень сигнала, при котором