

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 534.26

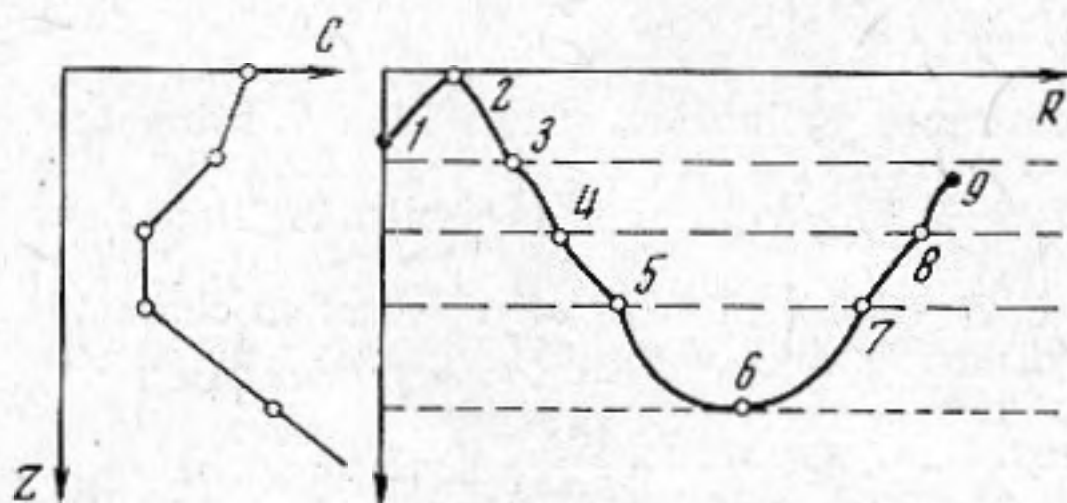
ПАЛЕТКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАЛЬНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЛУЧЕЙ АКУСТИЧЕСКОЙ ВОЛНЫ ПО КРИВЫМ $C(Z)$

А. Г. Аверьянов

В работе предлагается номограмма для определения дальности распространения лучей в море при любом положении источника и приемника. В работе [1] приведена номограмма собственно для построения луча (приближенным способом), и этим обусловлены трудоемкость и неудобства в пользовании ею при определении дальности распространения. Отдельные участки кривой $C(Z)$, как правило, аппроксимируются линейными функциями (фиг. 1) $C_k = C_n(1 + \beta \Delta Z)$, где β — коэффициент нарастания скорости по глубине ΔZ , C_n и C_k — начальная и конечная скорости в данном слое. При этом дальность пробега луча по горизонтали определяется формулой $R = \frac{1}{\beta} \frac{\cos \theta_n - \cos \theta_k}{\sin \theta_n}$. Углы отсчитываются по вертикали; при $\theta_k = \pi/2$ луч

заворачивает. Обозначим скорость звука в точке заворота через C_p . Используя закон Снеллиуса, преобразуем величину R к виду

$$R = \frac{1}{\beta} \times \left[\frac{\sqrt{1 - (C_n/C_p)^2} - \sqrt{1 - (C_k/C_p)^2}}{C_n/C_p} \right]$$



Фиг. 1

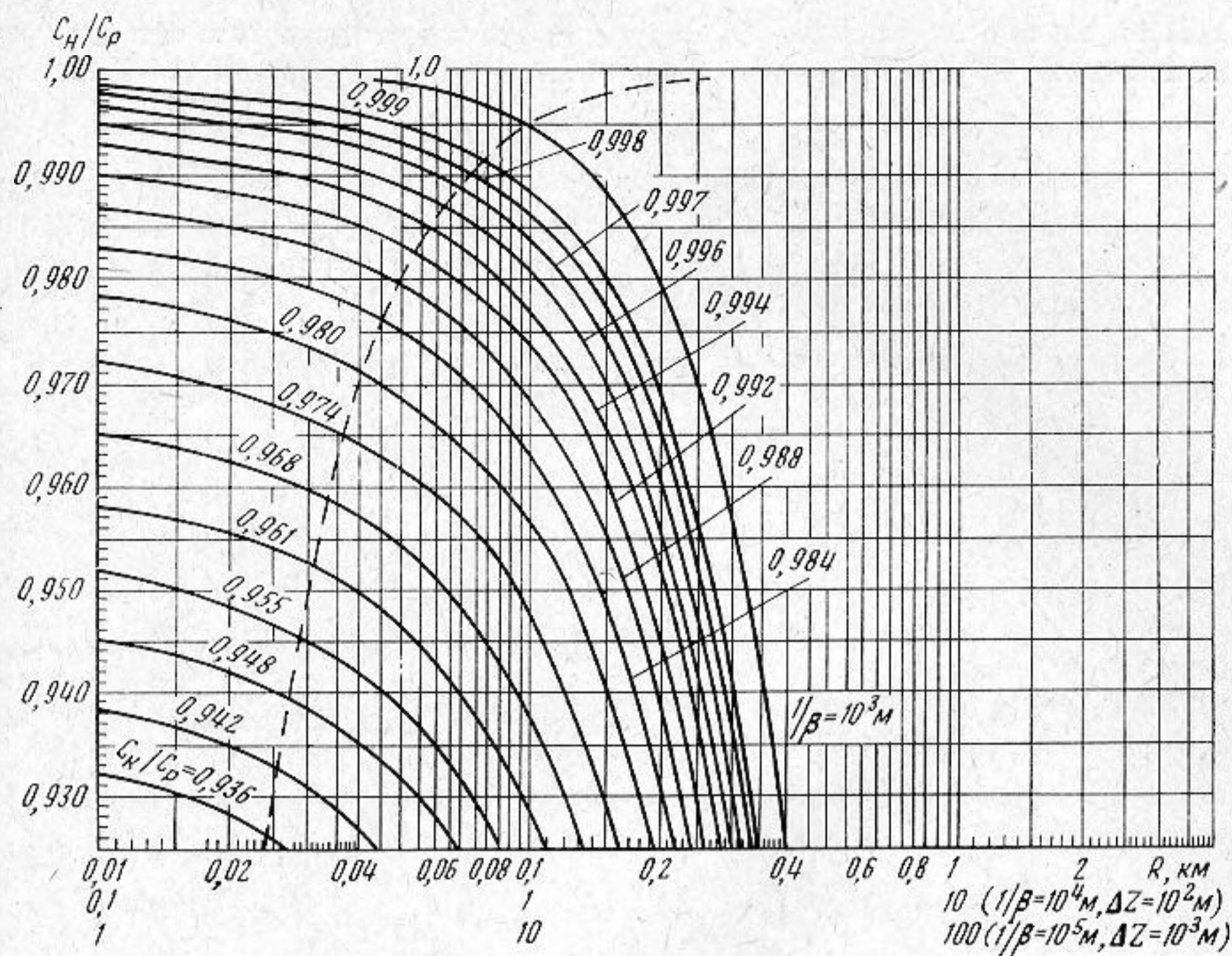
Принцип построения. При изменениях скорости, наблюдаемых в морях, отношение скоростей минимальной и максимальной находится в пределах от 0,91 до 1,00. Задаваясь различными значениями отношения C_n/C_p от 0,925 до 1,00 при

каком-либо фиксированном значении C_n/C_p и β , мы получим кривую, выражающую зависимость расстояния пробега луча в слое по горизонтали от соотношения скоростей и при данном β . И каждый раз, проводя расчеты при другом значении C_n/C_p , мы получим другую кривую. Итак, мы получим набор кривых — семейство (см. фиг. 2), параметром которых будет значение C_n/C_p , изменяющееся от 0,936 до 1,00. Данная палетка рассчитана для случая, когда $1/\beta = 10^3$ м, и при изменении значения $1/\beta$ от 10^3 до 10^4 м пользуемся первой шкалой R , при изменении $1/\beta$ от 10^4 до 10^5 м пользуемся второй шкалой, и т. д. Для луча, проходящего слой с постоянной скоростью C_n , приведена штриховая кривая (для $\Delta Z = 10$ м); для значений ΔZ от 10^2 и до 10^3 м пользуемся второй шкалой, и т. д. Эта кривая вычислялась по формуле $R = \Delta Z (C_p/C_n - 1)^{-1/2}$. Если $1/\beta = 10^2$ м и $\Delta Z = 1$ м, то уменьшаем верхнюю шкалу на порядок.

Пренебрегая изменением β в слое, можно данную палетку перестроить (изменить шкалу для R) в градиентах скорости; при этом будет допускаться погрешность в определении R не более одного процента.

Методика пользования палеткой. Рассмотрим конкретный случай, приведенный на фиг. 1, и представим, что луч проходит слой от точки 3 к точке 4. При этом значение скорости C_n в точке 4, к примеру, пусть будет равно 1480 м/сек и в точке 3 — $C_k = 1510$ м/сек, а в точке 6, где луч заворачивает, $C_p = 1550$ м/сек. Тогда отношения скоростей будут равны $C_n/C_p = 0,9548$ и $C_k/C_p = 0,9742$. Значение β в слое будем определять по возрастанию скорости и независимо от направления луча в нем; если дано значение градиента скорости, например $\nabla C = 0,592$ сек⁻¹, то $1/\beta = 2,5 \cdot 10^3$ м. Итак, нам известны значения C_n/C_p , C_k/C_p и $1/\beta$. Дальнейшие операции сводятся к следующему: берем измеритель и устанавливаем его раствор, соответствующий значению 2,5 в логарифмическом масштабе (если $1/\beta = 10^3$ м, то пользуемся прямо кривыми и без измерителя). Одну ножку измерителя ставим на кривую $C_k/C_p = 0,9742$

напротив значения $C_n/C_p=0,9548$, а положение второй ножки на горизонтали даст значение пробега луча (в данном слое) $R=0,19$ км. Если же нам нужно определить дальность пробега луча между точками 5 и 6 (или 6 и 7), то в этом случае значение отношения C_n/C_p становится равным 1,0.



Фиг. 2

Аналогично определяем расстояние и для отраженного луча; при этом если задается значением $\sin \theta_n$, то определяем $\sin \theta_k$.

Для луча, проходящего слой с постоянной скоростью, и если ΔZ равно не 10 м, как указано на фиг. 2, а к примеру, 35 м, то соответствующий раствор измерителя устанавливаем по логарифмической шкале и далее поступаем аналогично: одну ножку измерителя ставим на штриховую кривую, напротив значения C_n/C_p (где C_n — скорость в слое), а положение второй ножки измерителя даст нам расстояние.

Когда источник, приемник и волна находятся в одном слое, то по данной палетке можно определять изменение амплитуды A волны (за счет геометрического расхождения L ее фронта), учитывая, что $A \sim L^{-1}$, где $L=R/\sin \theta_n$.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. П. Сташкевич. Акустика моря. Л., «Судостроение», 1966.

Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова
Географический факультет

Поступила
21 апреля 1973 г.

УДК 534.26

ДИФРАКЦИЯ СДВИГОВОЙ ВОЛНЫ НА ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОЛОСТЯХ В ИЗОТРОПНОМ УПРУГОМ ПОЛУПРОСТРАНСТВЕ

Р. Я. Бераха

Задача о дифракции сдвиговой волны на цилиндрических полостях в изотропном полупространстве при однородных граничных условиях была рассмотрена в работе [1].

В настоящей работе приводится решение той же задачи в случае, когда изотропное тело с цилиндрическими полостями граничит с изотропным полупространством.