

УДК 551.463.21

ИДЕНТИФИКАЦИЯ СЛОИСТОГО ДНА В МЕЛКОМ МОРЕ ПО ПРОСТРАНСТВЕННО-ЧАСТОТНЫМ ЗАВИСИМОСТЯМ ПОТЕРЬ

© 1997 г. М. С. Фокина, В. Н. Фокин, Г. А. Шаронов

Институт прикладной физики РАН
603600 Н. Новгород, ул. Ульянова, 46

Поступила в редакцию 03.09.96 г.

Проанализировано влияние структуры и акустических характеристик дна на пространственно-частотные зависимости потерь и исследована связь оптимальных частот распространения (частот, на которых потери при распространении звука минимальны) с характеристиками слоистого дна в мелком море. Предлагается метод уточнения характеристик слоистого морского дна по пространственно-частотной зависимости потерь в окрестности оптимальной частоты. С учетом геофизических данных о строении дна проведена реконструкция характеристик слоистого дна по экспериментально измеренной пространственно-частотной зависимости потерь.

Определение геоакустических параметров морского дна с использованием акустических данных является важной проблемой со множеством приложений в геофизике, океанографии, геологии и сейсмологии. Необходимыми для акустических приложений параметрами дна являются плотность осадков (ρ), их толщина (d_i), продольные и поперечные скорости звука (C_l , C_t) и коэффициенты потерь продольных и поперечных волн (η_l , η_t). Эти параметры описывают слоистое дно и являются необходимыми входными данными для решения задач прямого распространения звука в подводной акустике. Влияние морского дна на формирование акустического поля сравнимо с влиянием на него стратификации водной толщи и морской поверхности. В мелком море это влияние является наиболее существенным. В настоящее время интерес к изучению дна проявляется как в исследовании частотно-угловых зависимостей коэффициентов отражения звука от дна [1], так и в разработке томографических методов идентификации дна по его отражательной способности [2].

Исследования взаимодействия звука с дном в мелководном волноводе приводят к разработке новых подходов к определению характеристик дна [3]. Существенность влияния структуры и параметров дна на частотную зависимость потерь в мелком море и на оптимальные частоты распространения (частоты, при распространении звука на которых потери минимальны) отмечается в работе [4]. В работе [5] авторы отмечают необходимость использования геофизической информации и широкополосных акустических сигналов для повышения достоверности реконструкции характеристик дна.

Выбор модели дна в мелком море имеет важнейшее значение при исследовании дальнего распространения звука и решении томографических задач. В работе [6] исследовано влияние небольшой, по сравнению с глубиной волновода, возвышенности на решение томографических задач и показано, что возникающие при этом ошибки реконструкции характеристик среды довольно велики.

Выбор модели дна определяется как решаемыми в процессе исследования задачами, так и имеющимися в распоряжении исследователя расчетными программами. Важное влияние на выбор модели дна оказывает также исследуемый диапазон частот. Наиболее употребительны в акустике простейшие модели дна в виде однородного жидкого или упругого полупространства с поглощением или без него. Используемые модели дна постоянно усложняются. Детальные численные исследования влияния слоистой структуры дна на частотные зависимости фазовых скоростей, коэффициентов затухания мод и глубинных распределений амплитуд нормальных волн в мелком стратифицированном волноводе приведены в работах [7, 8].

Морские осадки существенно неоднородны по своей структуре. Об изменчивости характеристик приповерхностного слоя грунта в горизонтальном направлении можно судить по геофизическим данным, приведенным в таблице [9], из которой видно, что различные типы илов сменяют друг друга в горизонтальной плоскости. Следует различать изменчивость грунта и при увеличении глубины, т.е. слоистую структуру донных осадков с резко очерченными границами. Внутри каждого такого осадочного слоя параметры либо неиз-

Таблица

$n = 1$	Современные жидкие осадки (неуплотненные илы): толщиной $d_1 = 0-100$ м;
d_1	1) Глинистый ил: $C_{11} = 1400$ м/с, $\rho_1 = 1.45$ г/см ³ ; 2) Алеврито-глинистый ил: $C_{11} = 1430$ м/с, $\rho_1 = 1.6$ г/см ³ ; 3) Песчаный ил: $C_{11} = 1564$ м/с, $\rho_1 = 1.66$ г/см ³ ; 4) Илистая глина: $C_{11} = 1469$ м/с, $\rho_1 = 1.44$ г/см ³ .
$n = 2$	Плейстоценовые суглинки (упругий слой): $d_2 = 10-150$ м;
d_2	1) Алеврито-глинистый ил: $C_{12} = 1520$ м/с, $C_{22} = 300-600$ м/с, $\rho_2 = 1.9$ г/см ³ ; 2) Суглинки: $C_{12} = 1600$ м/с, $C_{22} = 300-600$ м/с, $\rho_2 = 2.0$ г/см ³ .
$n = 3$	Меловые осадки (упругий слой): $d_3 = 70-200$ м;
d_3	$C_{13} = 2000-3000$ м/с, $C_{23} = 400-1500$ м/с, $\rho_3 = 2.0-2.2$ г/см ³ .
$n = 4$	Древние триассовые и юрские отложения (базальты) – упругое полупространство: $C_{1\infty} = 3000-5000$ м/с, $C_{2\infty} = 1600-2500$ м/с, $\rho_{\infty} = 2.3-2.5$ г/см ³

менны, либо меняются достаточно плавно. Дно мелководной части северных морей, в общем случае, представляется четырехслойной моделью жидких и упругих осадков с поглощением: первый слой – жидкие (неуплотненные) илы, толщина которых варьируется от единиц сантиметров до десятков метров; второй слой – упругие (уплотненные) суглинки, с толщиной слоя от десятков до сотен метров; третий слой – упругие меловые отложения, с толщией слоя от 10 до 200 м; четвертый слой – упругое полупространство, представленное древними триассовыми и юрскими отложениями.

Использование такой модели дна для интерпретации экспериментальных данных затруднено из-за сложности расчета акустического поля и отсутствия детальных данных о характеристиках дна в выбранном районе. В связи с этим возникает задача упрощения модели дна таким образом, чтобы при меньшем числе эффективно влияющих на распространение звука параметров можно было бы получить хорошее совпадение экспериментально измеренных и расчетных акустических полей.

Проведенные численные исследования свидетельствуют о том, что данную четырехслойную модель можно упростить. Расчеты френелевского коэффициента отражения, с использованием аппарата матричного пропагатора, показали, что при изменениях параметров третьего упругого слоя в широких пределах, коэффициент отражения меняется незначительно в диапазоне углов, которые представляют наибольший интерес при мелководном распространении. Это позволяет

упростить модель дна и исключить из рассмотрения третий упругий слой. Проводя численные исследования влияния количества слоев и наличия в слоях сдвиговой упругости на френелевские коэффициенты отражения можно показать, что наибольшую важность представляет учет первого жидкого осадочного слоя и упругого полупространства [10].

Поэтому, в качестве рабочей модели дна возьмем модель с одним жидким поглощающим слоем осадков, лежащим на упругом поглощающем полупространстве (рис. 1). О возможности использования данной модели в мелком море говорится в работах [11, 12]. В то же время, для детального объяснения экспериментальных данных могут потребоваться более сложные, неоднородные по трассе модели дна [13].

Математически задача прогнозирования потерь при распространении звука в мелком море со слоистым дном сводится к совместному решению в жидкой среде уравнения Гельмгольца и полного

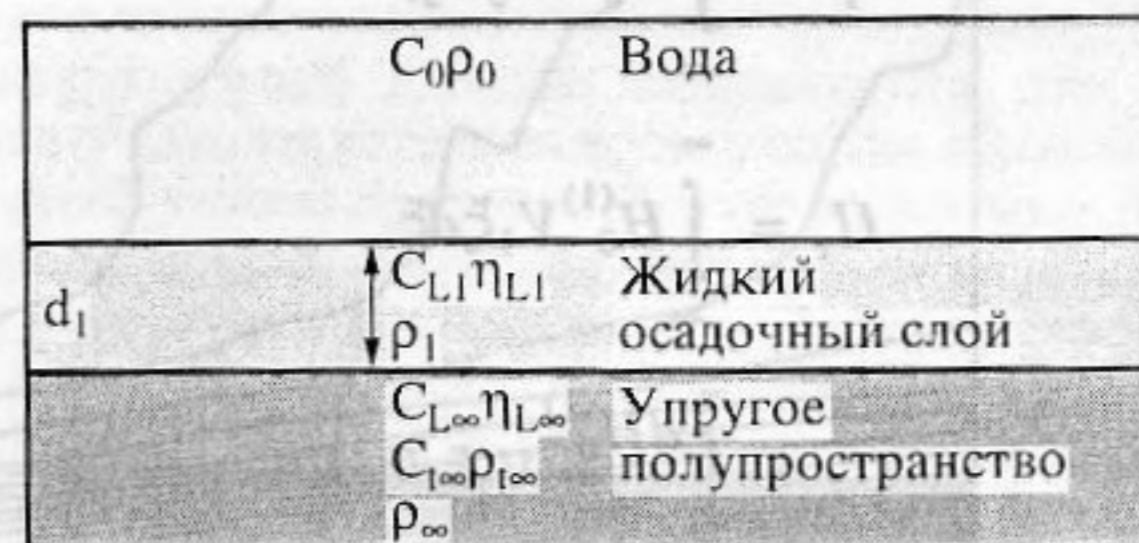


Рис. 1. Модель дна.

векторного уравнения динамической теории упругости:

$$\Delta p + k^2 p = -\frac{1}{2\pi k} \delta(z - z_0) \delta(r), \quad (1)$$

$$z \in [0, H], \quad k = \frac{\omega}{c_0},$$

$$\Delta p + k_1^2 p = 0, \quad z \in [H, d_1], \quad k_1 = \frac{\omega}{c_{11}}, \quad (2)$$

$$(\lambda + 2\mu) \text{grad div U} - \mu \text{rot}(\text{rot U}) + \text{grad} \lambda \text{div U} + 2(\text{grad} \mu, \text{grad}) \text{U} + [\text{grad} \mu, \text{rot U}] + \omega^2 \rho_\infty \text{U} = 0, \quad (3)$$

$$z = d_1,$$

где z и z_0 – глубины излучателя и точки приема, r – расстояние между излучателем и приемником, λ и μ – коэффициенты Ламе, совместно с граничными условиями (4) на поверхности ($z = 0$), на границе ($z = H$) вода–осадок (5) и на границе ($z = d_1$) осадок–упругое полупространство (6):

$$p|_{z=0} = 0, \quad (4)$$

$$\begin{cases} p|_{z=H-0} = p|_{z=H+0}, \\ \left. \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial z} \right|_{z=H-0} = \left. \frac{1}{\rho_1} \frac{\partial p}{\partial z} \right|_{z=H+0}, \end{cases} \quad (5)$$

$$\begin{cases} \left. \frac{(\lambda + 2\mu) U_{zz}}{U_z} \right|_{z=d_1+0} = - \left. \frac{p}{1/\rho_1 \partial p / \partial z} \right|_{z=d_1-0}, \\ \left. \left(\frac{\partial U_z}{\partial r} + \frac{\partial U_r}{\partial z} \right) \right|_{z=d_1+0} = 0, \end{cases} \quad (6)$$

где U_{ij} – компоненты вектора смещения.

Удовлетворяя условию излучения и учитывая волны лишь вертикальной поляризации, т.е. поле смещения будет осесимметрическим и не содержащим U_φ -компоненту ($U_r \neq 0$, $U_z \neq 0$, $U_\varphi = 0$), запишем решения уравнений (1–3) в виде интегралов Фурье:

$$p = \int_{-\infty}^{\infty} H_0^{(1)} G \xi d\xi, \quad (7)$$

$$U_z = \int_{-\infty}^{\infty} H_0^{(1)} V_1 \xi d\xi, \quad (8)$$

$$U_r = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{dH_0^{(1)}}{dr} V_2 \xi d\xi. \quad (9)$$

Согласно методу нормальных волн [14], звуковое поле, создаваемое точечным источником,

излучающим монохроматическую волну с циклической частотой $\omega = 2\pi F$, в цилиндрически симметричном волноводе, характеризующимся вертикальным распределением скорости звука $c(z)$, представляется в виде суммы нормальных волн:

$$p(z, r) \approx \sum_{m=0}^M \frac{\Psi_m(z) \Psi_m(z_0)}{B_m} H_0^{(1)}(\xi_m r), \quad (10)$$

$$B_m = - \int_0^H \Psi_m(z) dz +$$

$$+ \frac{\rho_0}{\rho_1} \int_H^{d_1} \Psi_m^2(z) dz + \frac{\rho_0}{\rho_1} \frac{\Psi_m^2(d_1)}{2\xi_m Q^2(\xi_m)} Q'(\xi_m),$$

$$Q(\xi) = \left(\frac{\rho_\infty}{\rho_1} \right) \left(\frac{(2\xi^2 - \omega^2/c_1^2)^2}{\sqrt{\xi^2 - \omega^2/c_1^2}} - 4\xi^2 \sqrt{\xi^2 - \omega^2/c_1^2} \right),$$

где B_m – нормировочный множитель, $Q(\xi)$ – входной адмитанс слоистого морского дна, Ψ_m и ξ_m – собственные функции и собственные значения спектральной задачи Штурма–Лиувилля. Учет поглощения в дне достигается введением небольшой мнимой части скоростей звука в дне $c = c^0(1 - i\eta)$, $\eta \approx 1\%$. Тогда корни дисперсионного уравнения приобретают мнимые части, величина которых порядка η . Вычисление мнимой части $\text{Im} \xi_m$ в программе основано на теории возмущений. Первое приближение ряда возмущений в окрестности точки $\xi_m^0 = \text{Re} \xi_m$ имеет вид:

$$\text{Im} \xi_m = \frac{\eta \omega^2}{B_m \xi_m^0 (\rho_1/\rho_\infty) \sqrt{(\xi_m^0)^2 - k^2 n_\infty^2}} \frac{\Psi_m^2(d_1)}{\sqrt{(\xi_m^0)^2 - k^2 n_\infty^2}}, \quad (11)$$

где n_∞ – коэффициент преломления.

Для расчета акустических полей в волноводах с дном в виде ряда жидких поглощающих слоев с градиентом продольных скоростей звука в каждом слое, лежащих на упругом поглощающем полупространстве, была создана программа, численно реализующая метод нормальных волн.

В рамках модели дна в виде жидкого осадочного слоя, лежащего на упругом полупространстве (рис. 1), было проведено исследование влияния характеристик дна и профиля скорости звука на пространственно-частотную зависимость потерь в мелком море.

Проведенные расчеты свидетельствуют о существенном влиянии слоя осадков, наравне с подстилающим упругим полупространством, как на коэффициенты отражения, так и на уровень акустического поля. При проведении томографических исследований важен выбор частотного диапазона, в котором потери на распространение мини-

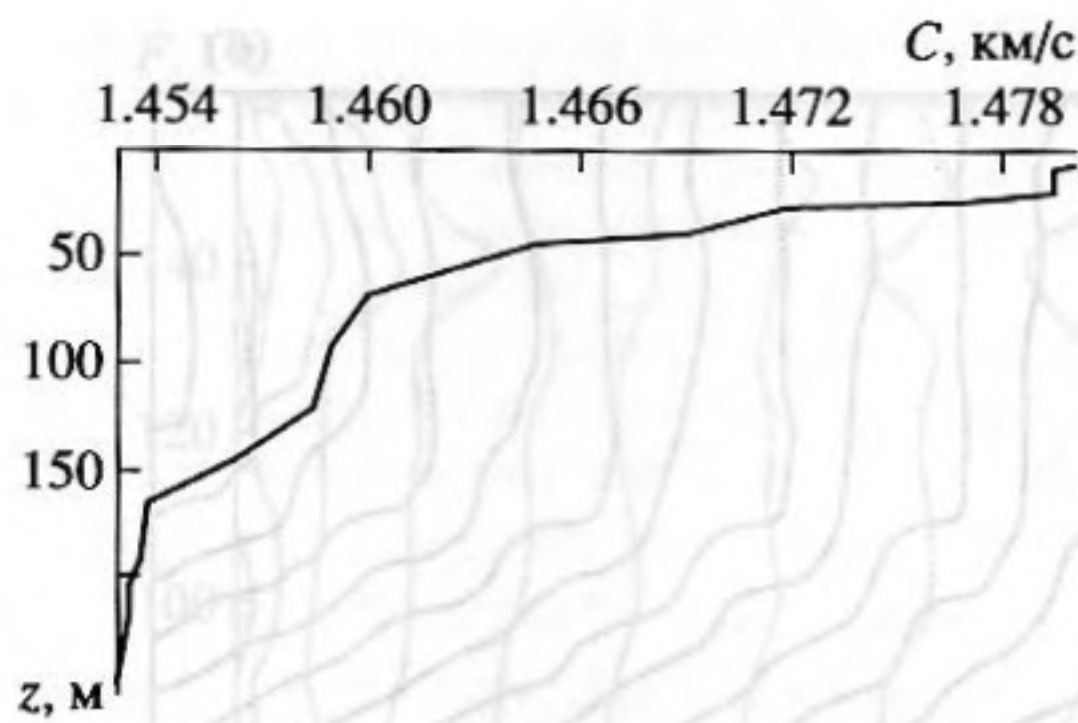


Рис. 2. Зависимость скорости звука от глубины (лето).

мальны, что обеспечивает наилучшее отношение сигнал/шум для томографических сигналов. Использование слоистой модели дна позволяет успешно предсказывать изменение оптимальных частот распространения звука при изменении свойств осадочных пород и при сезонных изменениях профиля скорости звука. Для исследования влияния на распространение звука характеристик осадочных пород и сезонных изменений профиля скорости звука в мелком море были выполнены расчеты зависимостей потерь на распространение звука в широком частотном диапазоне.

Расчеты проводились для волновода глубиной $H = 200$ м, протяженностью $r = 70$ км. Профиль скорости звука соответствовал летнему периоду (рис. 2), обуславливающему наиболее сильное взаимодействие звука с дном. Были выполнены расчеты потерь при распространении звука на двух трассах с разными осадочными слоями толщиной

$d_1 = 20$ м в виде песчаного ила и илистой глины (табл. 1, $n = 1$), лежащими на одинаковом упругом полупространстве в виде песка ($C_{l\infty} = 1616$ м/с, $\eta_{l\infty} = 0.015$, $C_{t\infty} = 800$ м/с, $\eta_{t\infty} = 0.15$, $\rho_{\infty} = 1.8$ г/см³). Для сглаживания мелкомасштабной интерференционной модуляции интенсивности применялось пространственное усреднение потерь на распространение. Результаты расчета представлены в виде изолиний потерь на плоскости частота–дистанция (рис. 3а, 3б). В результате сравнения потерь при распространении вдоль этих двух трасс корреляция между типом осадочных пород и оптимальной частотой распространения звука в мелком море становится очевидной. Для слоя песчаного ила оптимальная частота составила $F_0 = 120$ Гц (рис. 3а), для слоя илистой глины – $F_0 = 70$ Гц (рис. 3б).

Аналогичные расчеты для тех же типов осадочных пород при изменившихся гидрологических условиях, соответствующих зимнему периоду, показывают, что для зимних условий распространения звука также наблюдается оптимальная частота ($F_0 \approx 80$ Гц), но она мало зависит от типа осадочных пород. Это связано с тем, что зимой из-за наличия приповерхностного канала влияние дна на уровень потерь при распространении, а, следовательно, и на оптимальную частоту распространения уменьшается.

Влияние параметров подстилающего полупространства на частотную зависимость потерь при распространении в мелком море и оптимальную частоту распространения звука также существенно. Так, при отсутствии слоя осадков ($d_1 = 0$, дно – упругое полупространство в виде песка) не удает-

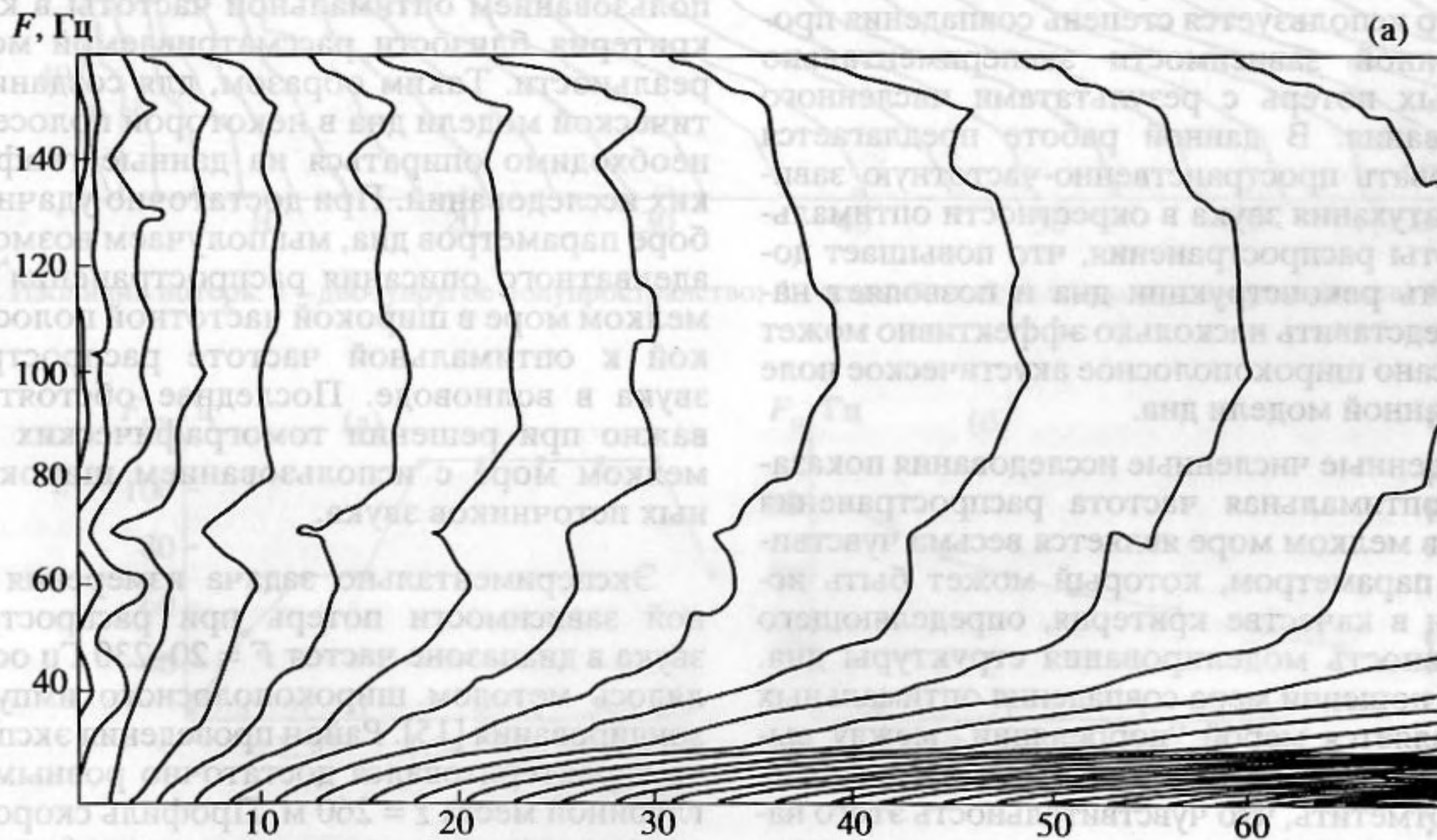


Рис. 3. Изолинии потерь: а – слой песчаного ила на илстом песке; б – слой илистой глины на илстом песке.

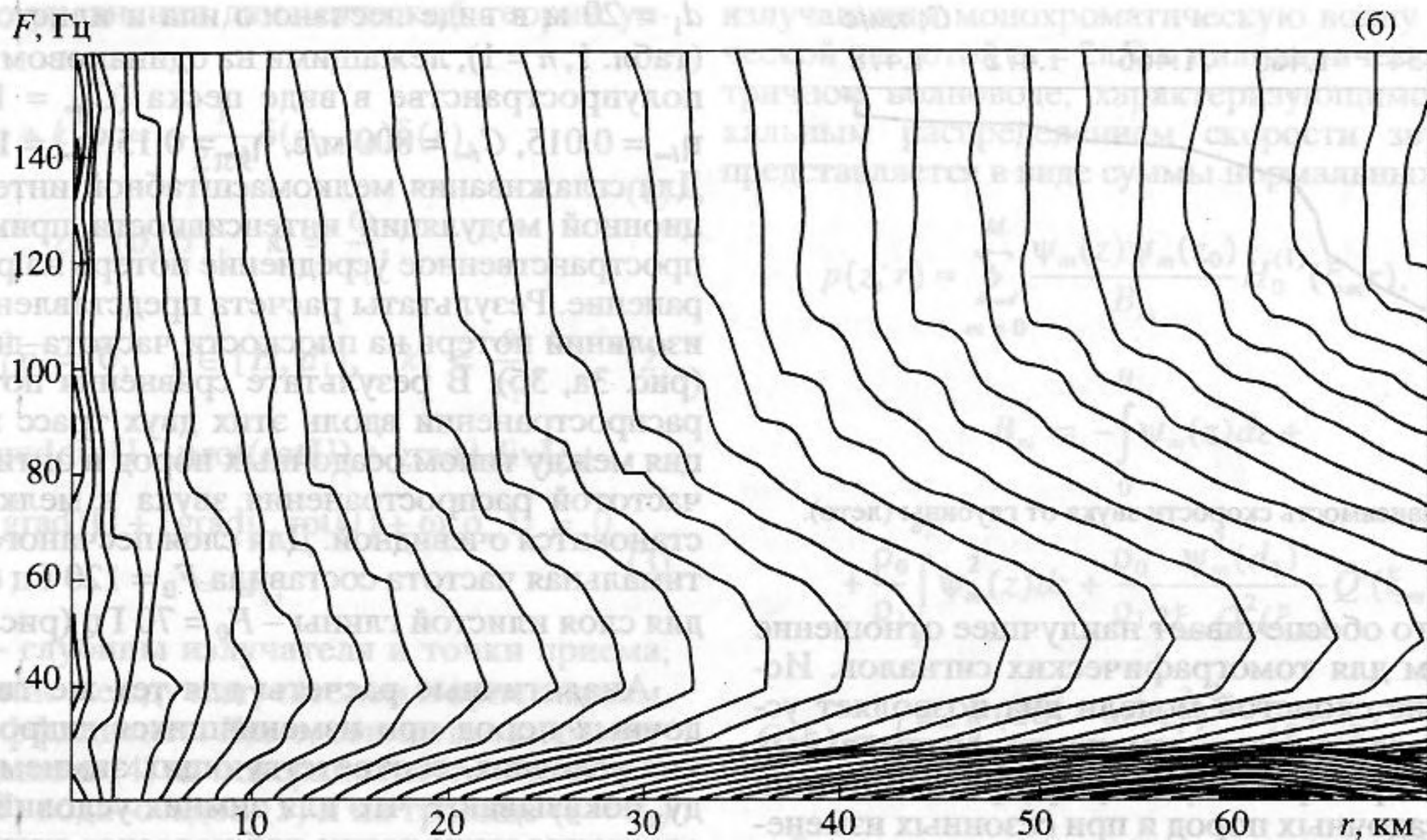


Рис. 3. Окончание.

ся отметить появления оптимальной частоты распространения (рис. 4а), а уменьшение упругости полупространства ($C_{r\infty} = 0$ м/с) при наличии осадочного слоя (жидкий слой в виде илистой глины толщиной $d_1 = 20$ м, покрывает жидкое полупространство) приводит к исчезновению низкочастотного участка потерь (рис. 4б).

В качестве критерия эффективности проведения реконструкции характеристик дна при зондировании волновода монохроматическими сигналами часто используется степень совпадения пространственной зависимости экспериментально измеренных потерь с результатами численного моделирования. В данной работе предлагается анализировать пространственно-частотную зависимость затухания звука в окрестности оптимальной частоты распространения, что повышает достоверность реконструкции дна и позволяет наглядно представить насколько эффективно может быть описано широкополосное акустическое поле при выбранной модели дна.

Проведенные численные исследования показали, что оптимальная частота распространения сигналов в мелком море является весьма чувствительным параметром, который может быть использован в качестве критерия, определяющего эффективность моделирования структуры дна. В этом отношении мера совпадения оптимальных частот является мерой "корреляции" между выбранной и реальной акустической моделью дна. Следует отметить, что чувствительность этого параметра к изменениям характеристик осадочных слоев весьма велика. На рис. 5 приведены расчеты

оптимальных частот F_0 на дистанции $r = 100$ км в зависимости от продольной скорости звука в слое осадков $C_{11} = 1460-1640$ м/с (рис. 5а) и от толщины осадочного слоя $d_1 = 0-50$ м (рис. 5б), остальные параметры такие же, как при расчетах для рис. 3а. Хотя, по-видимому, не существует однозначной связи между величиной оптимальной частоты и набором параметров дна, при наличии геофизических данных о типе осадков в выбранном районе, возможна корректировка этих данных с использованием оптимальной частоты в качестве критерия близости рассматриваемой модели к реальности. Таким образом, для создания акустической модели дна в некоторой полосе частот необходимо опираться на данные геофизических исследований. При достаточно удачном подборе параметров дна, мы получаем возможность адекватного описания распространения звука в мелком море в широкой частотной полосе, близкой к оптимальной частоте распространения звука в волноводе. Последнее обстоятельство важно при решении томографических задач в мелком море с использованием широкополосных источников звука.

Экспериментально задача измерения частотной зависимости потерь при распространении звука в диапазоне частот $F = 20-230$ Гц осуществлялось методом широкополосного импульсного зондирования [15]. Район проведения эксперимента характеризовался достаточно ровным дном с глубиной места $z = 260$ м. Профиль скорости звука соответствовал летнему периоду (рис. 2). Глубина буксируемого судном излучателя составляла

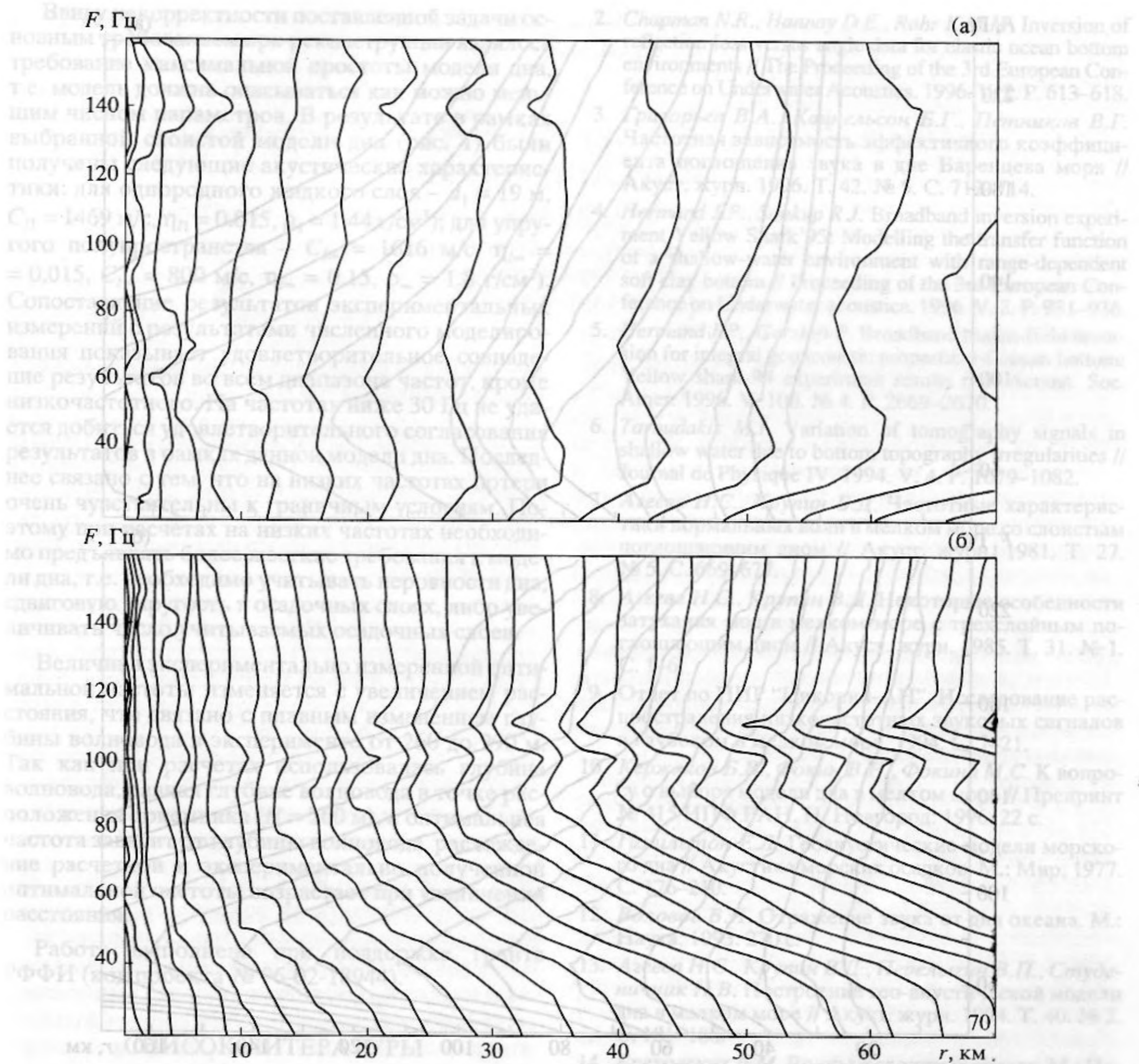


Рис. 4. Изолинии потерь: а – дно-упругое полупространство; б – жидкий слой на жидком полупространстве ($C_{l\infty} = 0$).

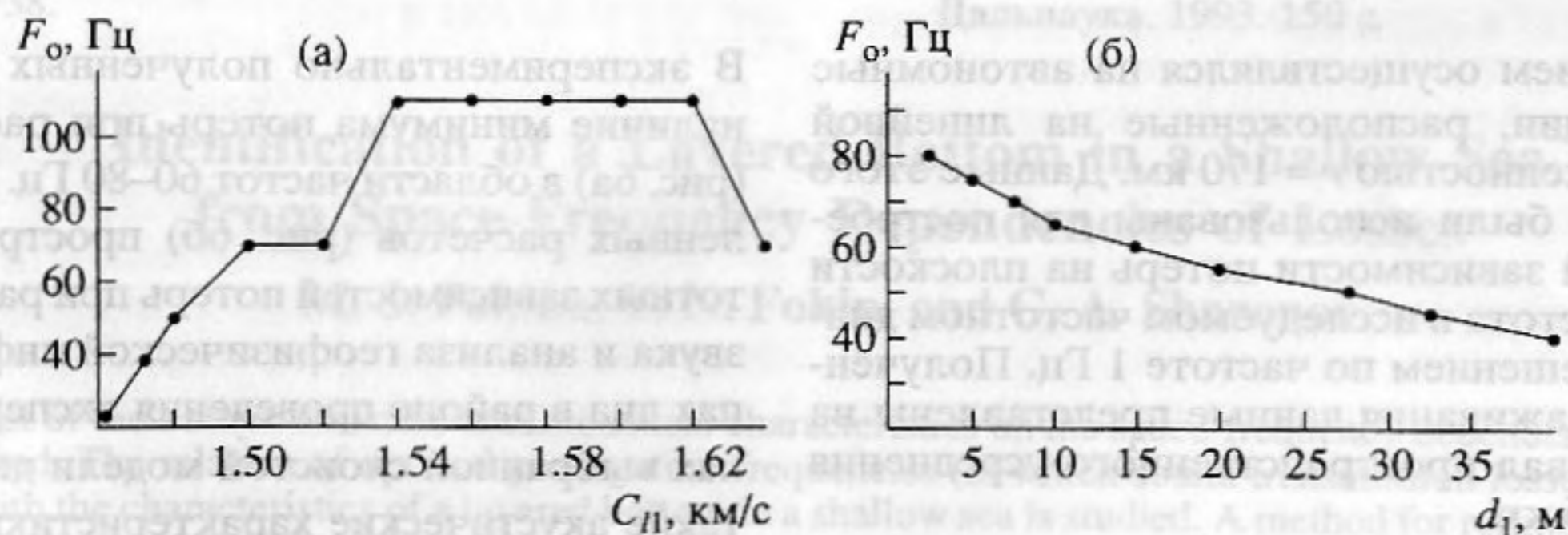


Рис. 5. Зависимость оптимальной частоты F_0 : а – от продольной скорости звука в слое $C_{11} = 1460-1640$ м/с; б – от толщины слоя $d_1 = 0-50$ м.

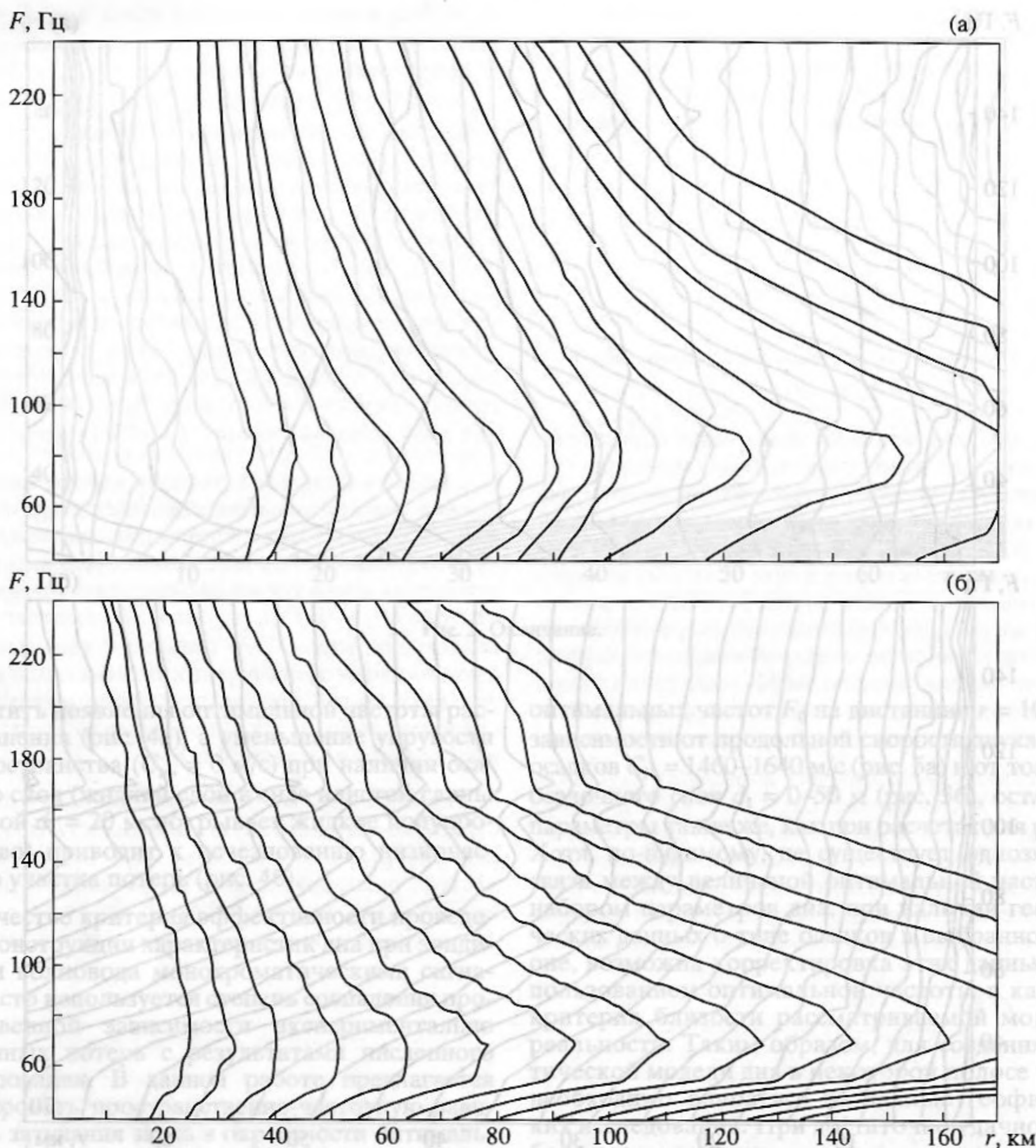


Рис. 6. Изолинии потерь при распространении звука: а – экспериментальные измерения; б – результаты численного моделирования.

$z_0 = 10$ м. Прием осуществлялся на автономные донные станции, расположенные на линейной трассе протяженностью $r = 170$ км. Данные этого эксперимента были использованы для построения частотной зависимости потерь на плоскости дистанция–частота в исследуемом частотном диапазоне с разрешением по частоте 1 Гц. Полученные после сглаживания данные представлены на рис. 6а, интервал пространственного усреднения составлял 1.85 км.

Рассмотрим возможность реконструкции характеристик дна по экспериментальным данным.

В экспериментально полученных данных видно наличие минимума потерь при распространении (рис. 6а) в области частот 60–80 Гц. На основе численных расчетов (рис. 6б) пространственно-частотных зависимостей потерь при распространении звука и анализа геофизической информации о типах дна в районе проведения эксперимента в рамках выбранной слоистой модели дна подбирались такие акустические характеристики дна, которые давали наилучшее совпадение экспериментальных измерений с результатами численных расчетов.

Ввиду некорректности поставленной задачи основным требованием при реконструкции являлось требование максимальной простоты модели дна, т.е. модель должна описываться как можно меньшим числом параметров. В результате в рамках выбранной слоистой модели дна (рис. 1) были получены следующие акустические характеристики: для однородного жидкого слоя — $d_1 = 19$ м, $C_{11} = 1469$ м/с, $\eta_{11} = 0.015$, $\rho_1 = 1.44$ г/см³; для упругого полупространства — $C_{1\infty} = 1616$ м/с, $\eta_{1\infty} = 0.015$, $C_{t\infty} = 800$ м/с, $\eta_{t\infty} = 0.15$, $\rho_\infty = 1.8$ г/см³. Сопоставление результатов экспериментальных измерений с результатами численного моделирования показывает удовлетворительное совпадение результатов во всем диапазоне частот, кроме низкочастотного. На частотах ниже 30 Гц не удается добиться удовлетворительного согласования результатов в рамках данной модели дна. Последнее связано с тем, что на низких частотах потери очень чувствительны к граничным условиям. Поэтому при расчетах на низких частотах необходимо предъявлять более жесткие требования к модели дна, т.е. необходимо учитывать неровности дна, сдвиговую упругость в осадочных слоях, либо увеличивать число учитываемых осадочных слоев.

Величина экспериментально измеренной оптимальной частоты изменяется с увеличением расстояния, что связано с плавным изменением глубины волновода в эксперименте от 260 до 290 м. Так как при расчетах использовалась глубина волновода, равная глубине волновода в точке расположения приемника ($H = 260$ м), а оптимальная частота зависит от глубины волновода, расхождение расчетной и экспериментально полученной оптимальной частоты возрастает при увеличении расстояния.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (код проекта № 96-02-18944).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Chapman N.R., Chapman David M.F.* A coherent ray model of plane-wave reflection from a thin sediment layer // *J. Acoust. Soc. Amer.* 1993. V. 94. № 5. P. 2731–2738.
2. *Chapman N.R., Hannay D.E., Rohr K.M.M.* Inversion of reflection loss versus angle data for elastic ocean bottom environments // *The Proceeding of the 3rd European Conference on Underwater Acoustics.* 1996. V. 2. P. 613–618.
3. *Григорьев В.А., Кацнельсон Б.Г., Петников В.Г.* Частотная зависимость эффективного коэффициента поглощения звука в дне Баренцева моря // *Акуст. журн.* 1996. Т. 42. № 5. С. 712–714.
4. *Hermand J.P., Soukup R.J.* Broadband inversion experiment Yellow Shark'95: Modelling the transfer function of a shallow-water environment with range-dependent soft clay bottom // *Proceeding of the 3rd European Conference on Underwater acoustics.* 1996. V. 2. P. 931–936.
5. *Hermand J.P., Gerstoft P.* Broadband match-field inversion for integral geoacoustic properties of ocean bottom: Yellow shark-94 experiment results // *J. Acoust. Soc. Amer.* 1996. V. 100. № 4. P. 2669–2670.
6. *Taroudakis M.I.* Variation of tomography signals in shallow water due to bottom topography irregularities // *Journal de Physique IV.* 1994. V. 4. P. 1079–1082.
7. *Агеева Н.С., Крупин В.Д.* Частотные характеристики нормальных волн в мелком море со слоистым поглощающим дном // *Акуст. журн.* 1981. Т. 27. № 5. С. 669–677.
8. *Агеева Н.С., Крупин В.Д.* Некоторые особенности затухания мод в мелком море с трехслойным поглощающим дном // *Акуст. журн.* 1985. Т. 31. № 1. С. 1–6.
9. Отчет по НИР "Цикорий-АН". Исследование распространения низкочастотных звуковых сигналов в глубоком и мелком море. 1994. С. 7–21.
10. *Кержаков Б.В., Фокин В.Н., Фокина М.С.* К вопросу о выборе модели дна в мелком море // *Препринт № 415 ИПФ РАН.* Н. Новгород: 1996. 22 с.
11. *Гамильтон Е.Л.* Геоакустические модели морского дна // *Акустика морских осадков.* М.: Мир, 1977. С. 176–210.
12. *Воловов В.И.* Отражение звука от дна океана. М.: Наука, 1993. 270 с.
13. *Агеева Н.С., Крупин В.Д., Перельгин В.П., Студеничник Н.В.* Построение гео-акустической модели дна в мелком море // *Акуст. журн.* 1994. Т. 40. № 2. С. 181–188.
14. *Бреховских Л.М.* Волны в слоистых средах. М.: Наука, 1973. 344 с.
15. *Акустическая интерферометрия в океане* / Под ред. Е.Ф. Орлова, Г.А. Шаронова. Владивосток: Дальнаука, 1993. 150 с.

Identification of a Layered Bottom in a Shallow Sea from Space-Frequency Dependencies of Losses

M. S. Fokina, V. N. Fokin, and G. A. Sharonov

The effect of the bottom structure and acoustical characteristics on the space-frequency dependences of losses is analyzed. The relation of optimal propagation frequencies (at which sound transmission losses are a minimum) with the characteristics of a layered bottom in a shallow sea is studied. A method for refining the layered seafloor characteristics using space-frequency dependence of losses near the optimal frequency is suggested. The seafloor characteristics are reconstructed from an experimental space-frequency dependence of losses with the use of geographical data about seafloor structure.