

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ
МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

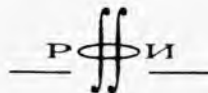
Б. Г. КАЦНЕЛЬСОН В. Г. ПЕТНИКОВ

АКУСТИКА мелкого моря



МОСКВА «НАУКА» 1997

УДК 681.88
ББК 26.221
К 12



*Издание осуществлено при поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований
по проекту 96-02-30051*

Ответственный редактор
академик Ф.В. БУНКИН

Рецензенты:

доктор физико-математических наук Б.Ф. КУРЬЯНОВ,
доктор физико-математических наук В.А. БУРОВ

Кацнельсон Б.Г., Петников В.Г.

Акустика мелкого моря. – М.: Наука, 1997. – 191 с.
ISBN 5-02-003685-4

Специфика распространения звука в области океанского шельфа и важность этой области для деятельности человека позволяют выделить акустику мелкого моря как самостоятельный раздел акустики океана.

В монографии изложены как теоретические модели и методы, используемые в акустике мелкого моря, так и результаты, полученные в натуральных экспериментах по дальнему распространению звука. Особое внимание уделяется обсуждению возможностей акустического мониторинга шельфовых зон океана.

Для специалистов, работающих в области акустики океана, а также аспирантов и студентов соответствующих специальностей.

Табл. 1. Ил. 66. Библиогр.: 172 назв.

Katsnelson B.G., Petnikov V.G.

Shallow water acoustics. – М.: Nauka, 1997. – 191 p.
ISBN 5-02-003685-4

The propagation of sound in the shelf zone is a separate area of ocean acoustics and an important field of human activity. This book presents relevant theories in the form of the methods and models used in shallow water acoustics along with long-range sound propagation experiments. In this exposition, a particular emphasis is placed on the acoustic monitoring of ocean shelf zones.

The book is intended for scientists working in the field of ocean acoustics and for postgraduate students majoring in this field.

Tabl. 1. Il. 66. Bibliogr.: 172

ТП-97-И-115
ISBN 5-02-003685-4

© Б.Г. Кацнельсон, В.Г. Петников, 1997
© Российская академия наук, 1997
© Ю.С. Шлепер, художественное
оформление, 1997

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
-------------------	---

Глава 1

МЕЛКОЕ МОРЕ КАК СРЕДА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗВУКОВЫХ ВОЛН	5
1.1. Понятие "мелкое море"	5
1.2. Шельфовая зона океана. Характерные геоакустические условия ..	6
1.3. Описание звукового поля	12

Глава 2

ОСНОВЫ ТЕОРИИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗВУКА	15
2.1. Поле точечного источника в слоистом волноводе с поглощающей границей	15
2.2. Модель Пекериса	24
2.3. Теория возмущений	30
2.4. Свойства модальных коэффициентов затухания	33
2.5. Учет слоистой структуры дна	43
2.6. Звуковое поле в плавно-нерегулярном волноводе. Метод поперечных сечений	47
2.7. Горизонтальная рефракция звуковых волн	52
2.8. Поправки к методу поперечных сечений. Адиабатические моды нерегулярного волновода	59
2.9. Усредненное описание звукового поля	64
2.10. Рассеяние на случайных неоднородностях. Диффузионное приближение	74

Глава 3

СПЕЦИФИКА АКУСТИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В МЕЛКОМ МОРЕ	93
3.1. Диапазон частот, используемых при крупномасштабном акустическом мониторинге	93
3.2. Селекция нормальных волн	95
3.3. Тональные источники звука в морском эксперименте	98
3.4. Широкополосные источники звука	101
3.5. Эксперименты на стационарных акустических трассах	103

Глава 4

ДАЛЬНЕЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЗВУКА И АКУСТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ: РЕЗУЛЬТАТЫ И ВОЗМОЖНОСТИ	108
4.1. Затухание звука и оценка параметров морского дна по данным акустического зондирования	108
4.2. Флуктуации звукового поля, вызванные крупномасштабной из- менчивостью среды	123
4.3. Волноводная дисперсия звуковых сигналов	142
4.4. Согласованная со средой обработка сигналов при акустическом мониторинге мелкого моря	153
4.5. Частотный сдвиг интерференционной структуры звукового поля и диагностика возмущений среды.....	166
ЛИТЕРАТУРА.....	180

CONTENTS

PREFACE	3
<i>Chapter 1</i>	
SHALLOW WATER AS AN ACOUSTIC MEDIUM	5
1.1. The concept of a shallow water	5
1.2. Geoacoustic conditions of oceanic shelf zones	6
1.3. The sound field	12
<i>Chapter 2</i>	
FUNDAMENTALS OF SOUND PROPAGATION	15
2.1. Point source field in a layered waveguide with absorbing boundary	15
2.2. The Pekeris model	24
2.3. Perturbation theory	30
2.4. Modal attenuation	33
2.5. Models with the layered bottom	43
2.6. Sound field in a smoothly inhomogeneous waveguide	47
2.7. Horizontal refraction in a shallow water	52
2.8. Improved adiabatic modes of a smoothly inhomogeneous waveguide	59
2.9. Averaged sound field intensity	64
2.10. Scattering by random inhomogeneities. The diffusion approximation	74
<i>Chapter 3</i>	
ACOUSTIC EXPERIMENT IN SHALLOW WATER	93
3.1. Frequency range for large-scale acoustic monitoring	93
3.2. Filtering of normal modes	95
3.3. Narrow-band sound sources	98
3.4. Wide-band sound sources	101
3.5. Experiments on stationary tracks	103
<i>Chapter 4</i>	
LONG-RANGE PROPAGATION AND ACOUSTIC MONITORING	108
4.1. Attenuation of sound in the waveguide. Estimation of bottom properties from sounding data	108
4.2. Sound field fluctuations induced by a large-scale variability of the medium	123
4.3. Waveguide dispersion of sound signals	142
4.4. Matched fields signal processing in acoustic monitoring	153
4.5. Frequency shift of the sound field interference pattern and observing of media perturbations	166
REFERENCES	180