

**А.А.Кауфман
А.Л.Левшин**

ВВЕДЕНИЕ В ТЕОРИЮ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

**Часть 3 Акустические
и упругие волновые
поля в геофизике**

Перевод с английского А.В.Кирюшина



Москва Недра 2001

ACOUSTIC AND ELASTIC WAVE FIELDS IN GEOPHYSICS, I

A.A. KAUFMAN

*Department of Geophysics, Colorado School of Mines, Golden,
CO 80401, U.S.A.*

and

A.L. LEVSHIN

*Department of Physics, University of Colorado, Boulder,
CO 80309, U.S.A.*

2000



ELSEVIER

Amsterdam—Lausanne—New York—Oxford—Shannon—Singapore—Tokyo

УДК 550.83
ББК 26.2
К 30

Организация-спонсор
Евро-Азиатское геофизическое общество



Кауфман А.А., Левшин А.Л.

К 30 Введение в теорию геофизических методов. Часть 3. Акустические и упругие волновые поля в геофизике: Пер. с англ. А.В. Кирюшина. – М.: ООО "Недра-Бизнесцентр", 2001. – 519 с.: ил.
ISBN 5-8365-0097-5

Дано описание основных физических принципов распространения акустических и сейсмических волн в жидких и упругих средах.

На основе законов Ньютона и Гука выводятся уравнения колебаний. Изучаются свободные и вынужденные колебания, происходящие при распространении волн, описано поведение лучей отраженных, преломленных и головных волн. Сферические, цилиндрические и плоские волны рассмотрены как в частной, так и во временной областях.

С помощью относительно простых моделей описываются интерференция и дифракция волн, приведен вывод формул Гельмгольца и Кирхгофа, описаны принципы Френеля и Гюйгенса. Принципы геометрической акустики в неоднородных средах.

Для геофизиков, работающих в разведочной и глубинной геофизике. Полезна физикам и инженерам-электронщикам, а также студентам геофизических специальностей.

ISBN 0-444-503-36-6
ISBN 5-8365-0097-5

© Elsevier Science B.V., 2000
© Оформление. ООО
"Недра-Бизнесцентр", 2001
© Перевод на русский язык.
А.В. Кирюшин, 2001

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	7
Благодарности.....	10
К русскому изданию.....	10
Список обозначений.....	10
ГЛАВА 1. ЗАКОНЫ НЬЮТОНА И ДВИЖЕНИЕ ЧАСТИЦ.....	13
1.1. Законы Ньютона.....	13
1.2. Движение системы частиц.....	25
ГЛАВА 2. СВОБОДНЫЕ И ВЫНУЖДЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ.....	32
2.1. Закон Гука для пружины.....	32
2.2. Свободные колебания системы груз – пружина.....	34
2.3. Вынужденные колебания системы груз – пружина.....	44
2.4. Принципы измерения колебаний.....	54
ГЛАВА 3. РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВОЛН.....	59
3.1. Распространение волны через систему масс и пружин.....	59
3.2. Решение одномерного волнового уравнения. Граничные условия.....	66
3.3. Поперечные волны в струне.....	99
ГЛАВА 4. ОСНОВНЫЕ УРАВНЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЛН ДИЛАТАЦИИ.....	110
4.1. Волновые явления в газе и жидкости.....	111
4.2. Волновое уравнение и граничные условия для волны дилатации.....	129
4.3. Кинетическая и потенциальная энергия волны. Поток энергии. Вектор Пойнтинга.....	140
4.4. Задача с граничными условиями. Теорема единственности.....	149
4.5. Гравитационные волны в жидкостях.....	158
ГЛАВА 5. ВОЛНЫ В ОДНОРОДНОЙ СРЕДЕ.....	169
5.1. Сферические волны, возбуждаемые элементарным источником.....	169
5.2. Цилиндрические волны, возбуждаемые линейным источником в однородной среде.....	192
5.3. Плоские волны в однородной среде.....	204
ГЛАВА 6. ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ И ДИФРАКЦИЯ.....	215
6.1. Суперпозиция волн от нескольких первичных источников в однородной среде.....	215
6.2. Формула Гельмгольца.....	235
6.3. Теория дифракции Кирхгофа.....	245
6.4. Дифракция Фраунгофера и дифракция Френеля.....	255
6.5. Формула Гельмгольца – Кирхгофа.....	274
6.6. Принципы Гюйгенса – Френеля.....	283
6.7. Связь между потенциалом и начальными условиями. Формула Пуассона.....	298
6.8. Переход к геометрической акустике.....	308
6.9. Уравнение эйконала и уравнение переноса.....	319
ГЛАВА 7. СУПЕРПОЗИЦИЯ СИНУСОИДАЛЬНЫХ ВОЛН, ИМЕЮЩИХ РАЗНЫЕ ЧАСТОТЫ И ДЛИНЫ ВОЛН.....	332
7.1. Группа волн. Фазовая и групповая скорости.....	332
7.2. Суперпозиция синусоидальных волн и метод стационарной фазы.....	346

ГЛАВА 8. ПРИНЦИПЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ АКУСТИКИ.....	373
8.1. Лучи и их основные свойства.....	373
8.2. Поведение лучей в среде, где скорость зависит от одной декартовой координаты.....	387
8.3. Поведение лучей в среде, где скорость зависит от одной координаты r	405
8.4. Лучи вблизи внутренних границ раздела среды.....	408
8.5. Поля времени прихода волны.....	428
Приложение 1. Векторная алгебра.....	434
Приложение 2. Градиент скалярного поля.....	445
Приложение 3. Векторные поля.....	449
Приложение 4. Комплексные числа.....	477
Приложение 5. Обыкновенные линейные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами.....	485
Приложение 6. Ряды Фурье.....	492
Приложение 7. Интеграл Фурье.....	503
Приложение 8. Интеграл Дюамеля.....	513
Предметный указатель.....	515
Список литературы.....	519

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

Кауфман Александр Аркадьевич
Левшин Анатолий Львович

ВВЕДЕНИЕ В ТЕОРИЮ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

**Часть 3. АКУСТИЧЕСКИЕ И УПРУГИЕ ВОЛНОВЫЕ ПОЛЯ
В ГЕОФИЗИКЕ**

Заведующий редакцией *Т.К. Рубинская*
Редактор издательства *А.И. Вороновская*
Персилет художника *Н.П. Новиковой*
Художественный редактор *Н.П. Новикова*
Художник-график *Н.А. Вороновский*
Технический редактор *Л.Н. Фомина*
Корректор *Т.Ю. Шимонова*
Оператор *Ю.А. Тилова*
Компьютерная верстка *Е.Б. Разулина*

Изд. лиц. № 171678 от 03.06.98. Подписано в печать с репродуцированного оригинал-макета 26.11.2001. Формат 60×90 ¹/₁₆. Гарнитура "Таймс". Печать офсетная. Усл. печ. л. 32,5. Уч.-изд. л. 38,0. Тираж 1000 экз. Заказ 1673/952. Набор выполнен на компьютерной технике.

ООО "Недра-Бизнесцентр". 125047, Москва, пл. Тверская застава, 3

Смоленская областная типография им. Смирнова
214000, г. Смоленск, просп. им. Ю. Гагарина, 2