

В. А. Буров, О. Д. Румянцева

**ОБРАТНЫЕ
ВОЛНОВЫЕ ЗАДАЧИ
АКУСТИЧЕСКОЙ
ТОМОГРАФИИ**

**Обратные задачи
излучения в акустике**



URSS

В. А. Буров, О. Д. Румянцева

**ОБРАТНЫЕ ВОЛНОВЫЕ ЗАДАЧИ
АКУСТИЧЕСКОЙ ТОМОГРАФИИ**

Часть 1

**Обратные
задачи излучения
в акустике**



URSS
МОСКВА

ББК 22.32

УДК 534.2 534.7 519.6 534.8 519.24

**Буров Валентин Андреевич,
Румянцева Ольга Дмитриевна**

Обратные волновые задачи акустической томографии. Ч. 1: Обратные задачи излучения в акустике. — М.: ЛЕНАНД, 2017. — 384 с.

В книге рассматриваются обратные волновые задачи и их прикладные аспекты, связанные с современным состоянием научной мысли в области линейной и нелинейной акустической томографии, а также акустической термотомографии. Подытоживаются основные результаты исследований, выполненных в лаборатории обратных задач на кафедре акустики Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова в течение нескольких последних десятилетий. Книга разделена на четыре части, в определенной мере взаимосвязанные между собой. В каждой из частей излагаются теоретические аспекты проблемы, а также обсуждаются перспективы прикладного применения.

В части I кратко рассматриваются обратные когерентные задачи излучения, которым присуща некорректность и сильнейшая степень неединственности. Излагаются различные подходы к решению обратных волновых задач излучения и некогерентных задач активно-пассивной акустической термотомографии. Показывается, что активно-пассивный режим позволяет определять совокупность акустических и термических характеристик среды в рамках общей томографической схемы.

Исследования поддержаны Российским научным фондом (проект № 14–22–00042)

Формат 60×90/16. Печ. л. 24. Подписано в печать 07.12.2015. Зак. № АХ-301.

Отпечатано в ООО «ЛЕНАНД».

117312, Москва, пр-т Шестидесятилетия Октября, 11А, стр. 11.

ISBN 978–5–9710–3008–9

© В. А. Буров, О. Д. Румянцева, 2016

© ЛЕНАНД, 2016

15536 ID 208823



9 785971 030089



Все права защищены. Никакая часть настоящей книги не может быть воспроизведена или передана в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, будь то электронные или механические, включая фотокопирование и запись на магнитный носитель, а также размещение в Интернете, если на то нет письменного разрешения владельцев.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	6
Список основных обозначений и символов.....	12
Введение	19
Соотношения для описания волновых процессов.....	24
Список литературы к введению	42
ЧАСТЬ I. ОБРАТНЫЕ ЗАДАЧИ ИЗЛУЧЕНИЯ В АКУСТИКЕ	44
Глава 1. Обратные задачи когерентного монохроматического излучения	45
Раздел 1.1. Неизлучающие источники. Неединственность решения обратной задачи излучения	45
Раздел 1.2. Устранение неединственности решения за счет априорной информации	51
Раздел 1.3. Обращение волнового фронта как метод решения обратной задачи излучения	58
Глава 2. Обратные волновые задачи некогерентного излучения. Акустическая термотомография.....	75
Раздел 2.1. Узкополосные некогерентные источники.....	77
§ 2.1.1. Оценка источников в координатном представлении	77
§ 2.1.2. Оценка источников в пространственно- спектральном представлении	86
Раздел 2.2. Активно-пассивный режим корреляционной акустической термотомографии	103
§ 2.2.1. Прикладные возможности акустической термотомографии	104
§ 2.2.2. Корреляционные свойства термоакустического излучения тонкого поглощающего слоя. Механизм компенсации теплового излучения поглощающего слоя.....	113

§ 2.2.3. Влияние неоднородностей фазовой скорости в среде.....	125
§ 2.2.4. Корреляционные свойства термоакустического излучения неоднородной среды.....	133
§ 2.2.5. Схема активно-пассивного акустического термотомографирования неравномерно нагретой неоднородной среды. Влияние ошибок измерений и точности осуществления операций алгоритма	139
Раздел 2.3. Процессы активно-пассивной акустической термотомографии при изотропном и анизотропном фоновом излучении	155
§ 2.3.1. Корреляционные свойства термоакустического излучения тонкого рефракционно-поглощающего слоя при анизотропном фоновом излучении.....	156
§ 2.3.2. Экспериментальное моделирование процессов термотомографирования.....	168
Глава 3. Оценки максимального правдоподобия в многоканальных системах корреляционной акустической термотомографии	186
Раздел 3.1. Многоканальное корреляционное томографирование	186
Раздел 3.2. Общие соотношения для оценок максимального правдоподобия	193
Раздел 3.3. Достижимая точность и разрешающая способность.....	214
Раздел 3.4. Итерационный метод решения ММП-системы. Количество вычислительных операций.....	224
Раздел 3.5. Численное моделирование	228
§ 3.5.1. Результаты восстановления пространственного распределения термоакустических источников в узкополосном и широкополосном режимах.....	231
§ 3.5.2. Иллюстрация взаимосвязи температурной чувствительности и разрешающей способности	244

Глава 4. Корреляционная акустическая термотомография при фокусировке теплового излучения и анизотропной подсветке	250
Раздел 4.1. Предварительная фокусировка в приемных корреляционных системах	257
§ 4.1.1. <i>Схема фокусировки</i>	258
§ 4.1.2. <i>Управляемая анизотропная подсветка в режиме разностных задержек</i>	268
Раздел 4.2. Фокусирующая термоакустическая система на зеркалах. Экспериментальное моделирование	275
Раздел 4.3. Параллельное восстановление акустических и температурных характеристик объекта	294
§ 4.3.1. <i>Неоднородность с малыми волновыми размерами</i>	297
§ 4.3.2. <i>Особенности процесса восстановления в фокусирующих и кольцевых схемах</i>	307
§ 4.3.3. <i>Итерационное уточнение температуры, скорости звука и поглощения</i>	342
Список литературы к части I	364
Предметный указатель к введению и части I	380