

Б.А. Касаткин
Н.В. Злобина
С.Б. Касаткин

**МОДЕЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ
В АКУСТИКЕ
СЛОИСТЫХ СРЕД**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МОРСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Б.А. Касаткин, Н.В. Злобина, С.Б. Касаткин

МОДЕЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ В АКУСТИКЕ СЛОИСТЫХ СРЕД



Владивосток • Дальнаука
2012

УДК 534.26

Касаткин Б.А., Злобина Н.В., Касаткин С.Б. Модельные задачи в акустике слоистых сред / под ред. д-ра техн. наук Л.В. Киселева. – Владивосток: Дальнаука, 2012. – 254 с.

ISBN 978-5-8044-1312-6

Монография посвящена разработке теории и компьютерному моделированию звуковых полей в слоистых волноводах открытого типа с целью объяснения аномальных особенностей распространения звуковых волн, не получивших адекватного описания в классической акустике слоистых сред. В качестве теоретической основы была выбрана несамосопряженная модельная постановка ключевой для гидроакустики граничной задачи, решенной в классических работах К. Пекериса и Л.М. Бреховских. Даны корректное математическое обоснование несамосопряженной модельной постановки и физическая трактовка характерных особенностей обобщенного решения, которые отличают его от классического решения, но хорошо соответствуют экспериментальным результатам аномального характера. Большое внимание уделено вопросам компьютерного моделирования звуковых полей.

Для научных работников и инженеров, специализирующихся в области гидроакустики, сейсмоакустики и океанологии, аспирантов и студентов соответствующих специальностей, а также для широкого круга читателей, интересующихся вопросами освоения Мирового океана.

Ил. 112, библи. 62.

Утверждено к изданию решением
Ученого совета Института морских технологий ДВО РАН

Научный редактор
д-р техн. наук *Л.В. Киселев*

ISBN 978-5-8044-1312-6

© Касаткин Б.А., Злобина Н.В.,
Касаткин С.Б., 2012
© Дальнаука, редакционно-
издательское оформление, 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава 1. Отражение плоских волн на границе раздела двух сред	11
1.1. Дуализм в описании отражения плоских волн на границе раздела двух жидких сред.....	11
1.2. Отражение и преломление неоднородных волн комплексного спектра.....	18
1.3. Отражение плоских волн на границе раздела жидкого и твёрдого полупространств	21
1.4. Отражение и преломление неоднородных волн комплексного спектра.....	27
1.5. Выводы	29
Глава 2. Отражение сферических волн на границе раздела двух жидких полупространств	31
2.1. Различные модельные постановки граничной задачи	31
2.2. Сравнительный анализ модельных решений.....	38
2.3. Особенности продолжения обобщённого решения в нижнее полупространство	42
2.4. Асимптотическая оценка коэффициента отражения сферической волны в зеркальном направлении	44
2.5. Обобщённая нормальная волна.....	56
2.6. Придонная волна пограничного типа	58
2.7. Уточнённая формулировка граничной задачи в несамосопряжённой модельной постановке	66
2.8. Корректировка решения в области докритических углов падения.....	67
2.9. Корректировка решения в области закритических углов падения	71
2.10. Корректировка решения в верхнем полупространстве	75
2.11. Компьютерное моделирование звуковых полей в сопряжённых полупространствах в самосопряжённой модельной постановке	78
2.12. Компьютерное моделирование звуковых полей в несамосопряжённой модельной постановке. Энергетическая структура звукового поля	84
2.13. Компьютерное моделирование звуковых полей в несамосопряжённой модельной постановке. Эффект самофокусировки поля на оси симметрии в нижнем полупространстве	89
2.14. Компьютерное моделирование звуковых полей в несамосопряжённой модельной постановке. Эффект затекания поля на горизонт полного внутреннего отражения	93
2.15. Сравнение результатов компьютерного моделирования с экспериментом	96
2.16. Выводы	100

Глава 3. Отражение сферических волн на границе раздела жидкого и твёрдого полупространств	102
3.1. Различные модельные постановки граничной задачи	102
3.2. Сравнительный анализ модельных решений.....	107
3.3. Регулярная волна и обобщённые волны Шолте.....	111
3.4. Физическая трактовка сдвига направленных звуковых пучков при отражении.....	114
3.5. Корректировка решения в нижнем полупространстве в окрестности оси симметрии	121
3.6. Выводы	125
Глава 4. Несамосопряжённая модельная постановка граничной задачи для волновода Пекериса	127
4.1. Структура общего решения	127
4.2. Структура собственных функций.....	132
4.3. Проблема продолжения решения редуцированной граничной задачи в полупространство. Вытекающие волны.....	135
4.4. Эффект самофокусировки звукового поля на оси симметрии в полупространстве.....	138
4.5. Парная структура нормальных волн вещественного спектра	143
4.6. Комбинационные волны.....	153
4.7. Продольные резонансы в слоистой структуре.....	153
4.8. Обобщённое описание интегрального члена.....	157
4.9. Энергетические характеристики излучателя в волноводе Пекериса.....	163
4.10. Структура вектора потока мощности в волноводе Пекериса	175
4.11. Особенности скалярно-векторной структуры звуковых полей.....	180
4.12. Обобщённая придонная волна нулевого порядка в волноводе Пекериса ..	192
4.13. Экспериментальные исследования векторной структуры звукового поля	202
4.12. Выводы	207
Глава 5. Комбинационные волны в клиновидном волноводе	210
5.1. Методика построения комбинационной волны в расширяющемся клиновидном волноводе	210
5.2. Учёт клиновидности волновода в дисперсионном уравнении.....	216
5.3. Сужающийся клиновидный волновод	219
5.4. Моделирование звукового поля в сужающемся клиновидном волноводе ...	223
5.5. Экспериментальные исследования звукового поля в сужающемся клиновидном волноводе	228
5.6. Экспериментальные исследования звукового поля в расширяющемся клиновидном волноводе.....	234
5.7. Моделирование звукового поля в расширяющемся клиновидном волноводе.....	239
5.8. Выводы	243
Заключение	245
Литература.....	248