

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	7
Глава 1. Волны в твердой вязкой среде с полостями	11
Введение	11
§ 1.1. Постановка задачи	11
§ 1.2. Вывод эволюционного уравнения	12
§ 1.3. Солитонное решение эволюционного уравнения пятого порядка	14
§ 1.4. Вывод уравнения модуляции для дифракционной и одномерной задач в случае квазимонохроматических волн	15
§ 1.5. Постановка задачи о волновых полях в случае слоя	17
§ 1.6. Дифракционная задача для узких пучков	19
§ 1.7. Граничные условия	20
§ 1.8. Уравнение безразмерной ширины пучка для неприосевых лучей	21
§ 1.9. Решение уравнения для безразмерной ширины пучка для приосевых лучей	22
§ 1.10. Анализ решений для узких пучков	23
§ 1.11. Переход к одномерному случаю. Анализ дисперсионных свойств плоских волн	24
§ 1.12. Получение эволюционных уравнений методом связанных нормальных волн	26
§ 1.13. Фазово-групповой синхронизм низкочастотных и высокочастотных волн	29
§ 1.14. Нелинейные стационарные волны	33
Глава 2. Волны в вязком, дисперсном, нелинейном, предварительно деформируемом слое со свободной поверхностью	36
Введение	36
§ 2.1. Общие исходные уравнения	36
§ 2.2. Равновесные волны	38
§ 2.3. Вывод эволюционных уравнений	40
§ 2.4. Уравнение модуляции и его решение для узких пучков	41
§ 2.5. Бистабильность	44
§ 2.6. «Замороженные» волны	45
Глава 3. Волны в твердой среде с порами, насыщенными неэлектропроводящей жидкостью (среда Био)	47
Введение	47
§ 3.1. Обзор литературы	48
§ 3.2. Вывод нелинейных уравнений из вариационного принципа	50

§ 3.3. Нелинейные одномерные волны	53
§ 3.4. Эволюционное уравнение для двухфазной среды	55
§ 3.5. Нелинейное уравнение модуляции и дисперсионное уравнение с учетом нелинейности	57
§ 3.6. Решение эволюционного и модуляционного уравнений	58
§ 3.7. Нелинейные волны в пористой жидконасыщенной среде с полостями	60
Глава 4. Волны в твердой среде с порами, заполненными электропроводящей жидкостью, находящейся в постоянном электрическом поле	65
Введение	65
§ 4.1. Исходные уравнения	66
§ 4.2. Одномерный случай	68
§ 4.3. Линейное дисперсионное уравнение и его решение	69
§ 4.4. Эволюционное уравнение	71
§ 4.5. Вывод уравнения Шредингера и дисперсионного нелинейного уравнения	73
§ 4.6. Решение эволюционного и шредингеровского уравнений	74
Глава 5. Пьезоупругие волны	76
Введение	76
§ 5.1. Исходные уравнения деформации пьезодиэлектрической среды	77
§ 5.2. Система уравнений деформации пьезодиэлектриков с шариковыми неоднородностями	78
§ 5.3. Вывод уравнения модуляции из исходных уравнений для пьезодиэлектрика с шариковыми неоднородностями	81
§ 5.4. Линейное дисперсионное уравнение и его исследование	83
§ 5.5. Условия устойчивости модулированной нелинейной электроупругой волны	84
§ 5.6. Фокусирование гауссовых пучков	87
§ 5.7. Эволюционное уравнение и его исследование	90
§ 5.8. Обобщение эволюционного уравнения на ромбическую кристаллическую решетку и непрерывно неоднородную среду	94
§ 5.9. Уравнение модуляции и его исследование для пьезоэлектрического композита	96
§ 5.10. Нелинейные волны в пьезополупроводниковой среде	101
Глава 6. Магнитоупругие волны	108
Введение	108
§ 6.1. Модуляционная устойчивость нелинейных магнитоупругих волн	109
§ 6.2. Дисперсия и затухание магнитоупругих волн	117
§ 6.3. Магнитоупругие волны в среде с микроструктурой	122
§ 6.4. Обобщенные нелинейные уравнения магнитогидродинамической среды	131

Глава 7. Волны в градиентно-упругой среде	135
Введение	135
§ 7.1. Основные уравнения	136
§ 7.2. Продольные и сдвиговые волны	138
§ 7.3. SH-движения в неограниченном пространстве	140
§ 7.4. Отражение SH-волны	142
§ 7.5. Отражение Z_{SH} -возмущения от свободной поверхности	145
§ 7.6. Поверхностные волны Рэлея	149
§ 7.7. Сдвиговая антиплоская (SH) поверхностная волна	152
§ 7.8. Распространение SH-волн в слое	154
§ 7.9. Нелинейные продольные и сдвиговые волны	156
§ 7.10. Нелинейные SH-поверхностные волны	163
Глава 8. Упругие волны в средах с дислокациями	169
Введение	169
§ 8.1. Современные представления о влиянии дислокаций на характеристики распространения упругих волн в твердом теле (обзор)	169
§ 8.2. Математическая модель	178
§ 8.3. Масса дислокации, сила трения на единицу длины дислокации и коэффициент акустодислокационного взаимодействия	179
§ 8.4. Упругие волны в материалах с неизменной дислокационной структурой	181
§ 8.5. Струнная модель Гранато–Люке. Ее достоинства и недостатки	186
§ 8.6. Упругие волны в материалах с изменяющейся плотностью дислокаций (деформируемые или циклически нагружаемые материалы)	188
§ 8.7. Влияние дислокационной и упругой нелинейностей на волновые процессы	197
§ 8.8. Влияние дислокаций на устойчивость и фокусирование пучков нелинейных ультразвуковых волн	208
Глава 9. Волны в твердых двухкомпонентных сдвиговых смесях	212
§ 9.1. Краткий обзор работ по механике смесей	212
§ 9.2. Основные гипотезы и математическая модель	214
§ 9.3. Дисперсионные свойства	217
§ 9.4. Получение эволюционных уравнений методом связанных нормальных волн	218
§ 9.5. Фазово-групповой синхронизм низкочастотных и высокочастотных волн	220
§ 9.6. Нелинейные стационарные волны	224
Глава 10. Волны в смеси газа и капель	229
Введение	229
§ 10.1. Литературный обзор	229
§ 10.2. Основные уравнения, описывающие акустические волны в атмосфере при учете коагуляции капель, конденсации водяных паров и вязкости газа	231

§ 10.3. Дисперсионное уравнение и его исследование	234
§ 10.4. Влияние акустической волны на размеры и концентрацию капель	237
§ 10.5. Общие уравнения теории электроакустических волн в облачной атмосфере	238
§ 10.6. Линеаризованная система и дисперсионное уравнение	244
Глава 11. Отражение линейных волн от шероховатой поверхности упругой среды	247
Введение	247
§ 11.1. Постановка задачи	248
§ 11.2. Метод решения задач при малоискривленной границе	249
§ 11.3. Решение первого приближения	250
§ 11.4. Анализ интегралов для смещения поверхности	251
§ 11.5. Граница в виде «одиночной горы»	252
§ 11.6. Случай периодической границы	254
Приложение 1 (256). Приложение 2 (257). Приложение 3 (258).	
Глава 12. Нелинейные квазимонохроматические акустические, упругие и электромагнитные волны в средах с микроструктурой	259
Введение	259
§ 12.1. Уравнения движения для вязкотермоупругого композита с шариковыми неоднородностями	261
§ 12.2. Нелинейное модуляционное уравнение для вязкотермоупругого композита с однородной матрицей	262
§ 12.3. Устойчивость и фокусирование вязкотермоупругой волны в среде с шариковыми неоднородностями в стационарном случае	264
§ 12.4. Устойчивость и фокусирование нестационарной модуляционной волны	266
§ 12.5. Уравнение модуляции для вязкотермоупругой непрерывно неоднородной среды	268
§ 12.6. Основные уравнения акустической волны для сред с релаксацией	269
§ 12.7. Подробный вывод расщепления эволюционных уравнений для двух волн	270
§ 12.8. Основные уравнения движения электропроводящей неоднородной микрополярной жидкости с пузырьками газа	272
§ 12.9. Вывод условий устойчивости из вариационных принципов	274
§ 12.10. Самовоздействие электромагнитных волн в двухуровневой среде с учетом нелинейной диссипации	277
Глава 13. Устойчивость солитонообразных волн и некоторые решения диссипативных эволюционных уравнений без дисперсии	285
Введение	285
§ 13.1. Влияние диссипации, дисперсии и дифракции на амплитуду и поперечную устойчивость солитонов	286
§ 13.2. Продольная устойчивость солитонообразного решения уравнения (13.1)	292
Список литературы	296

Предисловие

В любой области движения материи наблюдаются волновые процессы: в электродинамике, физике плазмы, оптике, акустике, гидродинамике; сложных двухфазных средах типа «газ — капельная система», в различных видах грунтов, в твердых телах с порами, заполненными жидкостью и т. д.

При распространении волн в различных сплошных средах существенны физические свойства материи. Особо важными из них, которые присутствуют в большинстве случаев, следует считать нелинейность, диссипацию, дисперсию, дифракцию и неоднородность.

Линейные и нелинейные волновые процессы представляют интерес также для применения их в различных прикладных задачах.

Интересно отметить, что, несмотря на различие в физической природе волновых процессов (акустические, электромагнитные), они описываются подобными уравнениями. Одними из мощных методов математического изучения, особенно нелинейных, волн являются метод эволюционного уравнения, или коротких волн, и метод уравнения нелинейной модуляции, последнее также часто называют нелинейным уравнением Шредингера. В этом аспекте возникают два вопроса: первый — как из различных сложных систем уравнений, описывающих волновое движение в данной среде и природу волны, вывести эволюционные уравнения; второй — как исследовать выведенные уравнения, которые в каждом случае имеют различные модификации (разные коэффициенты, порядок уравнений и т. д.).

При исследовании волнового процесса важно выявить законы линейной и нелинейной дисперсии, выявить виды модуляции (амплитудная, частотная и др.), изучить вопросы устойчивости (неустойчивости) модуляционной и других типов волн, например, солитонов. Если изучается распространение волновых пучков, то важными вопросами, встающими перед исследователями, являются вопросы фокусирования: нужно определить расстояния образования фокусов, фокальных пятен, выявить условия существования самофокусировки (самодефокусировки), закономерности изменения в пространстве и времени радиуса пучка.

В первой главе рассмотрена часто встречающаяся в природе и технике задача изучения волн в твердой среде с полостями, рассмотрены полубесконечная среда и слой, дифракционная задача, солитонообразные решения и пучки квазимонохроматических волн.