

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	12
Глава 1. Основные задачи и модель потенциала	15
1.1. Основные задачи	15
1.1.1. Задача о возбуждении мощного гиперзвука	15
1.1.2. Задача о возбуждении шумовых электромагнитных колебаний	17
1.1.3. Обобщенная структура обеих задач	19
1.2. Модель обобщенного потенциала	20
1.3. Некоторые частные случаи общей системы уравнений	22
Выводы по главе 1	24
Глава 2. Анализ линейного возбуждения гиперзвуковых колебаний магнитострикционного преобразователя на основе модели связанных осцилляторов.	25
2.1. Задача возбуждения гиперзвуковых колебаний	25
2.2. Геометрия задачи и основные уравнения в линейном приближении	26
2.2.1. Уравнение для намагниченности	28
2.2.2. Уравнение для упругого смещения	28
2.3. Проверка применимости линейного приближения	29
2.4. Система уравнений для намагниченности и упругого смещения в обобщенном виде	30
2.4.1. Упрощение коэффициентов на основе численного анализа	31
2.5. Модель осцилляторов, связанных через производные	34
2.5.1. Численный анализ развития вынужденных колебаний	35
2.5.2. Аналитический критерий изменения характера колебаний	37
2.5.3. Комплексный показатель экспоненциального изменения амплитуды	38
2.5.4. Критерии для магнитоупругих колебаний	42
2.5.5. Критерии трех режимов на примере реальных материалов	43
2.6. Развитие во времени колебаний магнитной и модельной систем	45
2.7. Сравнение амплитуд колебаний магнитной и модельной систем при изменении константы магнитоупругого взаимодействия	47
Выводы по главе 2	49

Глава 3. Анализ нелинейного возбуждения гиперзвуковых колебаний магнестрикционного преобразователя на основе модели связанных осцилляторов в квадратичном приближении	51
3.1. Задача возбуждения гиперзвуковых колебаний в условиях сильной нелинейности	51
3.2. Геометрия задачи и основные уравнения	52
3.2.1. Основные предположения и укороченные эффективные поля	53
3.3. Квадратичное приближение	54
3.3.1. Эффективные поля в квадратичном приближении	54
3.4. Уравнения для намагниченности первого порядка	55
3.4.1. Сведение двух уравнений первого порядка к одному уравнению второго порядка	57
3.4.2. Приближение круговой прецессии	58
3.5. Уравнение для упругого смещения	59
3.6. Возбуждение переменным полем.	60
3.7. Система уравнений для вынужденных колебаний намагниченности и упругого смещения	61
3.8. Проверка корректности линейного и квадратичного приближений	63
3.9. Уравнения движения в обобщенных обозначениях.	64
3.9.1. Обобщенные коэффициенты	65
3.9.2. Обобщенные коэффициенты, выраженные через исходные параметры задачи	66
3.9.3. Полное упругое смещение	67
3.9.4. Полный обобщенный вид связанной системы уравнений квадратичного приближения	68
3.9.5. Численная оценка различных слагаемых в системе связанных уравнений	68
3.10. Модель осцилляторов, связанных через производные.	72
3.10.1. Численный анализ развития вынужденных колебаний	73
3.11. Аналитический критерий изменения характера колебаний	75
3.11.1. Аналитические критерии для магнитоупругих колебаний	79
3.11.2. Критерии трех режимов на примере реальных материалов	79
3.12. Развитие во времени колебаний по полной и модельной системам	81
3.13. Численный анализ ограничения амплитуды за счет кубической нелинейности	82
3.14. Амплитудно-частотные характеристики колебаний при квадратичном приближении	85
3.15. Автомодационные колебания	88
3.16. Оценка прикладных возможностей квадратичного приближения	89
Выводы по главе 3	90

Глава 4. Анализ автомодуляционных явлений в системе связанных магнитного и упругого осцилляторов на основе модели потенциала	93
4.1. Постановка задачи изучения гиперзвуковых автомодуляционных колебаний.	93
4.2. Геометрия гиромангнитного резонатора	94
4.3. Характер нелинейной связи для гиромангнитного резонатора	95
4.4. Модель связанных линейного и нелинейного осцилляторов.	98
4.4.1. Нелинейная связь между линейными осцилляторами	99
4.5. Основные режимы вынужденных колебаний.	102
4.5.1. Нелинейность первого осциллятора	103
4.5.2. Асинхронные колебания	105
4.6. Модель обобщенного потенциала	108
4.7. Применение модели потенциала к интерпретации характера колебаний	112
4.7.1. Модель расщепления синусоиды	116
Выводы по главе 4	117
Глава 5. Анализ автомодуляционных колебаний в магнитоупругой среде на основе модели связанных магнитного и упругого осцилляторов	120
5.1. Задача разработки обобщенного математического аппарата автомодуляционных колебаний.	120
5.2. Геометрия задачи и основные уравнения	121
5.3. Общая модель связанных осцилляторов.	123
5.4. Основные режимы автоколебаний.	124
5.4.1. Роль в формировании режимов отдельных слагаемых связанных уравнений	125
5.5. Полная система на основе потенциала.	127
5.5.1. Роль квадратичности связи первого осциллятора	129
5.5.2. Осциллятор с квадратичной нелинейностью. Свободные колебания	132
5.5.3. Осциллятор с квадратичной нелинейностью. Вынужденные колебания	134
5.5.4. Сравнение с уравнением Дуффинга	136
5.6. Модель фазовой задержки.	137
5.7. Модель двухамплитудных колебаний	139
5.7.1. Необходимые условия регулярного двухамплитудного режима	142
5.8. Модель стохастизации автоколебаний	143
5.8.1. Модель динамического фазового перехода	145
5.8.2. Критичность стохастического режима	148
Выводы по главе 5	149

Глава 6. Нестационарное запаздывание возбуждения магнитоупругих колебаний в режиме умножения частоты. Часть 1. Динамический потенциал	152
6.1. Постановка задачи о разнообразии режимов нелинейных колебаний в системе связанных осцилляторов	152
6.2. Геометрия задачи и основные уравнения	154
6.2.1. Оценка характерных параметров	155
6.3. Развитие колебаний во времени, нестационарное запаздывание	156
6.3.1. Особенности нестационарного запаздывания	159
6.3.2. Возможный механизм запаздывания	160
6.4. Динамический потенциал	161
6.5. Амплитуда возбуждения	162
6.6. Особенности колебаний до скачка амплитуды.	164
6.7. Параметр кубической нелинейности	166
6.8. К объяснению механизма запаздывания.	167
6.9. Подавление запаздывания	168
6.9.1. Схема механизма подавления	168
6.10. Амплитуда колебаний после запаздывания.	169
6.10.1. Интерпретация спада амплитуды на основе модели потенциала	171
Выводы по главе 6	173
Глава 7. Нестационарное запаздывание возбуждения магнитоупругих колебаний в режиме умножения частоты. Часть 2. Линейная связь	176
7.1. Постановка задачи о формировании колебаний в условиях линейной связи между осцилляторами	176
7.2. Геометрия задачи и уравнения движения для осцилляторов	178
7.3. Динамический потенциал	179
7.3.1. Сведение двухпотенциальной модели к однопотенциальной	180
7.4. Качественная картина колебаний в динамическом потенциале.	182
7.4.1. Общий характер развития колебаний	182
7.5. Режимы колебаний при различных уровнях связи	183
7.5.1. Режим № 1. Двухступенчатое запаздывание	183
7.5.2. Режим № 2. Плавное насыщение	188
7.5.3. Режим № 3. Перемежающиеся скачки	191
7.5.4. Режим № 4. Малоамплитудная релаксация	193
7.6. Интерпретация развития колебаний на основе модели динамического потенциала	193
7.6.1. Смещение центрального положения	193
7.6.2. Падение амплитуды колебаний	196
7.7. Несимметричная связь между осцилляторами.	198
Выводы по главе 7	200

Глава 8. Нестационарное запаздывание возбуждения магнитоупругих колебаний в режиме умножения частоты. Часть 3. Нелинейная связь	203
8.1. Постановка задачи о роли нелинейной связи между осцилляторами	203
8.2. Геометрия задачи и уравнения движения	204
8.3. Динамический потенциал	205
8.4. Классификация режимов по интенсивности колебаний	206
8.4.1. Малоамплитудный режим слабой связи	207
8.4.2. Высокоамплитудный режим средней связи	208
8.4.3. Малоамплитудный режим сильной связи	210
8.5. Общий характер развития колебаний при низкой степени линейной связи	211
8.5.1. Динамические характеристики колебаний при низкой степени линейной связи	214
8.6. Интерпретация наблюдаемых явлений на основе модели потенциала	218
8.7. Развитие колебаний при средней степени линейной связи	222
8.7.1. Динамические характеристики колебаний при средней степени линейной связи	225
8.8. Развитие колебаний при высокой степени линейной связи	228
8.8.1. Задание начального смещения	228
8.8.2. Задание амплитуды возбуждения	232
8.9. Некоторые заключительные замечания	234
Выводы по главе 8	234
Глава 9. Нестационарное запаздывание установления нелинейных колебаний в системе двух связанных осцилляторов. Часть 1. Общие положения. Формирование упрощенной системы	239
9.1. Краткий обзор предшествующих работ по нелинейным колебаниям в системе двух связанных осцилляторов	240
9.2. Основные системы уравнений для связанных колебаний двух осцилляторов	242
9.3. Общий характер развития колебаний во времени	244
9.4. Основные задачи настоящей работы	245
9.5. Время запаздывания при изменении внешнего возбуждения и начального смещения	246
9.5.1. Интервал реализации запаздывания	250
9.5.2. Характер колебаний по обе стороны от интервала эффективного запаздывания	253
9.6. Различные начальные условия	256
9.7. Эквивалентность систем с внешним возбуждением и начальным смещением	257
9.8. Произвольное соотношение частот осцилляторов	260

9.9. Запаздывание при изменении начального смещения	263
9.9.1. Роль линейной связи в первом уравнении	265
9.9.2. Роль собственной частоты первого осциллятора	268
9.10. Сравнение с колебаниями полных систем.	271
9.11. Замечание о возможности дальнейшего упрощения системы	273
Выводы по главе 9	273
Глава 10. Нестационарное запаздывание установления нелинейных колебаний в системе двух связанных осцилляторов. Часть 2. Воздействие осцилляторов друг на друга	278
10.1. Постановка задачи и основные системы уравнений	278
10.2. Сравнение колебательной и релаксационной систем.	281
10.2.1. Роль частотного слагаемого во втором уравнении	283
10.3. Роль потенциала в формировании характера колебаний	286
10.4. Движение осцилляторов в интервале первичного запаздывания	290
10.5. Качественная картина развития смещений в области запаздывания	292
10.5.1. Влияние пошагового развития колебаний	293
10.6. Влияние основных параметров системы	294
10.6.1. Коэффициент линейной связи второго осциллятора	295
10.6.2. Параметр потенциальности	297
10.6.3. Параметр нелинейной связи	299
10.7. Замечание о возможном дальнейшем развитии работы	303
Выводы по главе 10	303
Глава 11. Нестационарное запаздывание установления нелинейных колебаний в системе двух связанных осцилляторов. Часть 3. Определяющее уравнение	308
11.1. Постановка задачи и основные системы уравнений	309
11.2. Определяющее уравнение и прыжковая функция.	311
11.2.1. Соотношение между временем запаздывания и периодом прыжковой функции	315
11.3. Спектральный состав высокоамплитудного хаоса.	316
11.4. Вариация параметров определяющего уравнения	317
11.4.1. Влияние начального смещения	318
11.4.2. Влияние амплитуды прыжковой функции	319
11.4.3. Изменение частоты прыжковой функции	320
11.5. Параметры собственных колебаний.	324
11.5.1. Влияние параметра инерционности	324
11.5.2. Влияние параметра потенциальности	327
11.5.3. Влияние фазы прыжковой функции	331
11.6. Некоторые замечания о возможном развитии работы	333
Выводы по главе 11	335

Глава 12. Нестационарное запаздывание установления нелинейных колебаний в системе двух связанных осцилляторов. Часть 4. Кольцевое взаимодействие	339
12.1. Постановка задачи и основные системы уравнений	339
12.1.1. Основные системы уравнений	340
12.2. Кольцевой характер обеих систем	342
12.2.1. Кольцевое воздействие осцилляторов друг на друга	343
12.2.2. Некоторые дополнительные особенности модели кольца	346
12.2.3. Некоторые ограничения модели кольца	347
12.3. Кольцо в системе Лоренца	348
12.3.1. Сравнение системы Лоренца с системой для двух осцилляторов	350
12.4. Возможные способы решения релаксационной системы уравнений для двух осцилляторов	353
12.4.1. Сведение релаксационной системы к единому уравнению	354
12.5. Кольцевой характер релаксационной системы	357
12.6. Обобщенные кольцевые функции	358
12.7. Пошаговый характер расчета отображения	360
12.7.1. Замечание о возможности вариации шага расчета	361
12.8. Кольцевые функции для синусоидальных колебаний	362
12.8.1. Кольцевые функции первого рода	365
12.8.2. Кольцевые функции второго рода	368
12.8.3. Влияние величины шага на развитие кольцевой функции во времени	371
12.9. Механизм запаздывания высокоамплитудных колебаний	371
12.9.1. Начало формирования режима запаздывания	372
12.9.2. Выход из режима запаздывания	374
12.9.3. Критерии выхода из режима запаздывания	376
12.9.4. Замечание об объективной точности полученных результатов	377
12.9.5. Замечание о механизме треугольных осцилляций	378
12.10. Некоторые замечания о возможном развитии работы	379
Выводы по главе 12	380
Глава 13. Вынужденные колебания в системе из двух связанных осцилляторов в условиях кубической нелинейности и квадратичной связи	386
13.1. Постановка задач и основные системы уравнений	386
13.1.1. Некоторые частные случаи общей системы уравнений	387
13.2. Разнообразие наблюдаемых видов колебаний	388
13.2.1. Замечание о симметрии системы	390
13.2.2. Параметры системы	390
13.3. Типичное многообразие колебаний	391
13.4. Классификация основных режимов колебаний	395
13.5. Модельная имитация формирования параметрического портрета	399

13.6. Уравнение с кубической нелинейностью	401
13.7. Области формирования хаотического режима при различных уровнях возбуждения	404
13.7.1. Критерий формирования квазихаотического режима . . .	407
13.7.2. Особенности колебаний в широком интервале уровня воз- буждения	408
13.7.3. Спектральные характеристики при изменении уровня воз- буждения	409
13.7.4. Амплитуда колебаний при различных уровнях возбуж- дения	411
13.8. Иллюстрация влияния кубической нелинейности	412
13.9. Относительное расположение зависимостей для обоих осцилля- торов	415
Выводы по главе 13	416
Глава 14. Нестационарные колебания в системе из двух связан- ных осцилляторов в условиях кубической нелинейности и ку- бической связи. Часть 1. Мультирежимный характер коле- баний	419
14.1. Система уравнений с кубической связью	420
14.1.1. Параметры задачи	420
14.2. Режимы колебаний связанной системы	421
14.2.1. Режим № 1 — синхронизм	421
14.2.2. Режим № 2 — утроение частоты	423
14.2.3. Режим № 3 — хаос	426
14.2.4. Режим № 4 — гигантские осцилляции	430
14.2.5. Режим № 5 — задержанная стабилизация	434
14.2.6. Общие замечания о характере режимов	436
14.3. Высокочастотные осцилляции	439
14.3.1. Модельная иллюстрация роли сопутствующих колебаний	441
14.3.2. Замечание об аналогии с нелинейным ферромагнит- ным резонансом	443
14.4. Замечание о возможности других режимов	444
Выводы по главе 14	444
Глава 15. Нестационарные колебания в системе из двух связан- ных осцилляторов в условиях кубической нелинейности и ку- бической связи. Часть 2. Вариация параметров системы	449
15.1. Система уравнений и основные режимы колебаний	450
15.1.1. Параметры задачи	450
15.1.2. Основные режимы колебаний	450
15.2. Пороговый характер возбуждения нестабильных нелинейных ко- лебаний	453
15.2.1. Зависимость порога от частоты возбуждения	457
15.3. Вариация диссипации осцилляторов	458
15.4. Вариация собственных частот осцилляторов	461

15.5. Вариация нелинейности первого осциллятора	464
15.6. Вариация связи между осцилляторами	466
15.7. Динамический потенциал	470
15.8. Кольцевое возбуждение.	472
15.8.1. Влияние параметров системы	472
15.9. Некоторые дополнительные особенности	473
Выводы по главе 15	474
Литература	478