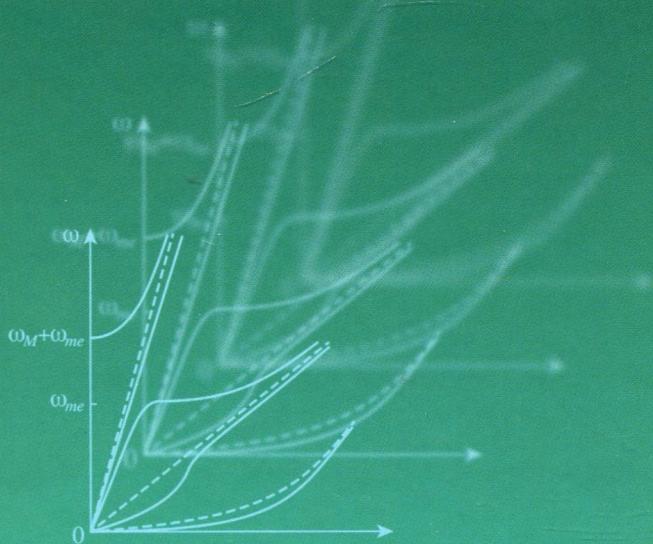


И. В. БЫЧКОВ  
Д. А. КУЗЬМИН  
В. Д. БУЧЕЛЬНИКОВ  
В. Г. ШАВРОВ

ВЛИЯНИЕ  
ВЗАЙМОДЕЙСТВИЯ  
ПОДСИСТЕМ  
НА ДИНАМИЧЕСКИЕ  
СВОЙСТВА МАГНЕТИКОВ



И. В. БЫЧКОВ  
Д. А. КУЗЬМИН  
В. Д. БУЧЕЛЬНИКОВ  
В. Г. ШАВРОВ

**ВЛИЯНИЕ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ  
ПОДСИСТЕМ  
НА ДИНАМИЧЕСКИЕ  
СВОЙСТВА МАГНЕТИКОВ**



МОСКВА  
ФИЗМАТЛИТ®  
2016

УДК 537.6  
ББК 22.33  
В 57

*Издание осуществлено при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект 14-22-00279*

Бычков И.В., Кузьмин Д.А., Бучельников В.Д., Шавров В.Г. **Влияние взаимодействия подсистем на динамические свойства магнетиков.** — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2016. — 176 с. — ISBN 978-5-9221-1732-6.

Монография посвящена рассмотрению волновых явлений в магнитных материалах с ферромагнитным и геликоидальным упорядочениями. Анализируются дисперсионные соотношения связанных волн с учетом взаимодействия спиновой и упругой подсистем и электромагнитного поля. Исследуются вращение плоскости поляризации электромагнитных и акустических волн, отражение электромагнитных волн от кристаллов с ферромагнитным и геликоидальным упорядочениями. Рассматриваются процессы электромагнитно-акустического преобразования в спиральных магнетиках и генерация электромагнитных и упругих волн в геликоидальном магнетике при изменении внешнего магнитного поля.

Для специалистов в области магнитных материалов, спектроскопии твердого тела, а также для аспирантов и студентов старших курсов физических факультетов.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение . . . . .	5
<b>Глава 1. Связанные магнитоупругие и электромагнитные волны в кубических ферромагнетиках в области ориентационных фазовых переходов . . . . .</b>	19
1.1. Энергия и основное состояние ферромагнетика . . . . .	20
1.2. Спектр взаимодействующих колебаний ферромагнетика . . . . .	21
1.3. Ферромагнитный диэлектрик . . . . .	23
1.4. Ферромагнитный металл в слабом магнитном поле . . . . .	25
1.5. Ферромагнитный металл в сильном магнитном поле . . . . .	28
1.6. Вращение плоскости поляризации звуковых и электромагнитных волн в ферромагнитном диэлектрике . . . . .	32
1.7. Особенности связанных электромагнитных и магнитоупругих волн в ограниченных средах . . . . .	33
1.8. Особенности излучения Вавилова–Черенкова в ферромагнитном диэлектрике в области ОФП . . . . .	34
1.9. Заключительные замечания . . . . .	40
<b>Глава 2. Отражение электромагнитных волн от поверхности ферромагнитного диэлектрика . . . . .</b>	42
2.1. Основные уравнения . . . . .	43
2.2. Отражение электромагнитных волн от поверхности полубесконечного ферромагнитного диэлектрика . . . . .	45
2.2.1. Частотная зависимость КО ЭМВ (47). 2.2.2. Полевая зависимость КО ЭМВ (51).	
2.3. Отражение электромагнитных волн от поверхности пластины ферромагнитного диэлектрика . . . . .	52
2.3.1. Частотная зависимость отражения (60). 2.3.2. Полевые зависимости отражения (68).	
2.4. Отражение электромагнитных волн от структуры ферромагнитный диэлектрик–металл . . . . .	74
2.4.1. Спектры связанных колебаний и граничные условия (74).	
2.4.2. Частотная зависимость отражения (77). 2.4.3. Полевые зависимости отражения (80).	
2.5. Выводы . . . . .	82
<b>Глава 3. Взаимодействие спиновых, упругих и электромагнитных волн в кристаллах со спиральной магнитной структурой . . . . .</b>	84
3.1. Энергия и основное состояние кристалла с модулированной магнитной структурой . . . . .	85

3.2. Связанные магнитоупругие волны в геликоидальных магнетиках . . . . .	89
3.2.1. Фазовый переход FS-F (92). 3.2.2. Фазовый переход FS-SS (94). 3.2.3. Основные результаты раздела (96).	
3.3. Связанные электромагнитно-спиновые волны в магнетике в фазе FS . . . . .	98
3.3.1. Отражение электромагнитных волн от пластины магнетика в фазе FS (101). 3.3.2. Вращение плоскости поляризации электромагнитных волн в магнетике с FS (104). 3.3.3. Заключительные замечания раздела (105).	
3.4. Связанные магнитоупругие и электромагнитные волны в кристаллах со спиральной магнитной структурой. . . . .	106
3.4.1. Спектр связанных ЭМ и МУ волн в кристаллах в фазе SS (107). 3.4.2. Спектр связанных спиновых, упругих и ЭМ волн в магнетике в фазе FS (110). 3.4.3. Вращение плоскости поляризации упругих волн в магнетике в фазе FS (112). 3.4.4. Отражение ЭМ волн от поверхности полубесконечного магнетика со структурой FS (113). 3.4.5. Обсуждение результатов раздела (115).	
<b>Глава 4. Электромагнитное возбуждение звука в кристаллах с модулированной магнитной структурой . . . . .</b>	<b>117</b>
4.1. Генерация звука в монокристалле диспрозия. . . . .	119
4.1.1. Энергия, основное состояние и система уравнений взаимодействующих электромагнитных, спиновых и упругих волн (119).	
4.1.2. Дисперсионные уравнения (124). 4.1.3. Амплитуды ультразвуковых волн и коэффициенты ЭМАП (125). 4.1.4. Обсуждение результатов и сравнение с экспериментом (126).	
4.2. Электромагнитно-акустическое преобразование в монокристалле эрбия . . . . .	128
4.2.1. Основное состояние (128). 4.2.2. Генерация звука в фазе LSW (130). 4.2.3. Генерация звука в фазе FS (132). 4.2.4. Обсуждение результатов (133).	
<b>Глава 5. Генерация электромагнитных и упругих волн спиральными магнетиками вблизи магнитного фазового перехода . . . . .</b>	<b>138</b>
5.1. Генерация электромагнитных волн . . . . .	140
5.1.1. Генерация электромагнитных волн спиральными магнетиками при фазовом переходе (141). 5.1.2. Генерация электромагнитных волн спиральными магнетиками вблизи фазового перехода в однородном переменном магнитном поле (142). 5.1.3. Результаты раздела и обсуждение (146).	
5.2. Магнитоупругий механизм генерации гиперзвука . . . . .	147
5.2.1. Генерация гиперзвука спиральными магнетиками при фазовом переходе (148). 5.2.2. Преобразование спиновых волн в гиперзвук спиральными магнетиками вблизи фазового перехода (149). 5.2.3. Обсуждение результатов раздела (151).	
Приложение I . . . . .	154
Приложение II . . . . .	155
Список литературы . . . . .	156