

Г. Я. Мякишев, А. З. Сияков

# ФИЗИКА

---

## КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

---

УГЛУБЛЁННЫЙ УРОВЕНЬ

Учебник

Допущено  
Министерством просвещения  
Российской Федерации

*12-е издание, стереотипное*

Москва  
«Просвещение»  
2025

11  
класс

УДК 373.167.1:53+53(075.3)  
ББК 22.3я721  
М99

В соответствии с Приказом Министерства просвещения Российской Федерации № 858 от 21.09.2022 г. в отношении учебника установлен предельный срок использования.

Методический аппарат учебника разработан  
*О. А. Крысановой, Н. В. Ромашкиной*

Издание выходит в pdf-формате.

**Мякишев, Геннадий Яковлевич.**

**М99** Физика. Колебания и волны : 11-й класс : углублённый уровень : учебник : издание в pdf-формате / Г. Я. Мякишев, А. З. Синяков. — 12-е изд., стер. — Москва : Просвещение, 2025. — 284, [4] с. : ил.

ISBN 978-5-09-127064-8 (электр. изд.). — Текст : электронный.

ISBN 978-5-09-124699-5 (печ. изд.).

В учебнике на современном уровне изложены фундаментальные вопросы школьной программы, представлены основные применения законов физики, рассмотрены методы решения задач.

Учебник дополнен вопросами и заданиями, направленными на формирование познавательных интересов на основе интеллектуальных и творческих способностей учащихся, на овладение навыками самостоятельного приобретения новых знаний.

Книга адресована учащимся физико-математических классов и школ, слушателям и преподавателям подготовительных отделений вузов, а также читателям, занимающимся самообразованием и готовящимся к поступлению в вуз.

Учебник соответствует Федеральному государственному образовательному стандарту среднего общего образования. Включён в Федеральный перечень учебников в составе завершённой предметной линии.

**УДК 373.167.1:53+53(075.3)**  
**ББК 22.3я721**

ISBN 978-5-09-127064-8 (электр. изд.) © АО «Издательство «Просвещение», 2021  
ISBN 978-5-09-124699-5 (печ. изд.)

© Художественное оформление.  
АО «Издательство «Просвещение», 2021

Все права защищены

## Оглавление

Введение .....	3
<b>Глава 1. Механические колебания .....</b>	<b>5</b>
§ 1.1. Классификация колебаний .....	5
§ 1.2. Уравнение движения груза, подвешенного на пружине .....	9
§ 1.3. Уравнение движения математического маятника .....	11
§ 1.4. Гармонические колебания .....	15
§ 1.5. Период и частота гармонических колебаний .....	17
§ 1.6. Фаза колебаний. Определение амплитуды и начальной фазы из начальных условий .....	20
§ 1.7. Скорость и ускорение при гармонических колебаниях. Превращения энергии .....	23
§ 1.8. Затухающие колебания .....	26
§ 1.9. Вынужденные колебания .....	28
§ 1.10. Резонанс .....	35
§ 1.11. Сложение гармонических колебаний. Спектр колебаний .....	39
§ 1.12. Автоколебания .....	44
§ 1.13. Примеры решения задач .....	46
Упражнение 1 .....	52
<b>Глава 2. Электрические колебания .....</b>	<b>55</b>
§ 2.1. Свободные и вынужденные электрические колебания .....	55

§ 2.2. Процессы в колебательном контуре .....	58
§ 2.3. Формула Томсона .....	61
§ 2.4. Переменный электрический ток .....	66
§ 2.5. Действующие значения силы тока и напряжения .....	68
§ 2.6. Резистор в цепи переменного тока .....	71
§ 2.7. Конденсатор в цепи переменного тока .....	72
§ 2.8. Катушка индуктивности в цепи переменного тока .....	74
§ 2.9. Закон Ома для электрической цепи переменного тока .....	77
§ 2.10. Мощность в цепи переменного тока .....	81
§ 2.11. Резонанс в электрической цепи .....	84
§ 2.12. Ламповый генератор .....	88
§ 2.13. Генератор на транзисторе .....	92
§ 2.14. Примеры решения задач .....	94
Упражнение 2 .....	101

### **Глава 3. Производство, передача, распределение и использование электрической энергии .....**

§ 3.1. Генерирование электрической энергии .....	107
§ 3.2. Генератор переменного тока .....	108
§ 3.3. Трансформатор .....	111
§ 3.4. Выпрямление переменного тока .....	116
§ 3.5. Трёхфазный ток .....	119
§ 3.6. Соединение обмоток генератора трёхфазного тока .....	122
§ 3.7. Соединение потребителей электрической энергии .....	125
§ 3.8. Асинхронный электродвигатель .....	130
§ 3.9. Трёхфазный трансформатор .....	136
§ 3.10. Производство и использование электрической энергии .....	137
§ 3.11. Передача и распределение электрической энергии .....	140
§ 3.12. Эффективное использование электрической энергии .....	144
§ 3.13. Примеры решения задач .....	145
Упражнение 3 .....	149
	283

<b>Глава 4. Механические волны. Звук</b>	<b>154</b>
§ 4.1. Волновые явления	155
§ 4.2. Поперечные волны	159
§ 4.3. Длина волны. Скорость распространения волны	162
§ 4.4. Продольные волны	164
§ 4.5. Уравнение бегущей волны	166
§ 4.6. Стоячие волны	168
§ 4.7. Стоячие волны как свободные колебания тел	172
§ 4.8. Волны в среде	175
§ 4.9. Звуковые волны	179
§ 4.10. Скорость звука	182
§ 4.11. Музыкальные звуки и шумы. Громкость и высота звука	183
§ 4.12. Тембр. Диапазоны звуковых частот	186
§ 4.13. Акустический резонанс	188
§ 4.14. Излучение звука	190
§ 4.15. Инфразвук и ультразвук	191
§ 4.16. Интерференция волн	193
§ 4.17. Принцип Гюйгенса. Закон отражения волн	197
§ 4.18. Преломление волн	201
§ 4.19. Дифракция волн	203
§ 4.20. Примеры решения задач	204
Упражнение 4	210
 <b>Глава 5. Электромагнитные волны</b>	 <b>213</b>
§ 5.1. Связь между переменным электрическим и переменным магнитным полями	213
§ 5.2. Электромагнитное поле	217
§ 5.3. Электромагнитная волна	220
§ 5.4. Излучение электромагнитных волн	222
§ 5.5. Классическая теория излучения	227
§ 5.6. Энергия электромагнитной волны	231
§ 5.7. Свойства электромагнитных волн	235
§ 5.8. Изобретение радио А. С. Поповым	238
§ 5.9. Принципы радиосвязи	241
§ 5.10. Амплитудная модуляция	245
§ 5.11. Детектирование колебаний	249
§ 5.12. Простейший радиоприёмник	252

§ 5.13. Супергетеродинный приёмник . . . . .	254
§ 5.14. Распространение радиоволн . . . . .	256
§ 5.15. Радиолокация . . . . .	259
§ 5.16. Понятие о телевидении . . . . .	262
§ 5.17. Развитие средств связи . . . . .	266
Упражнение 5 . . . . .	268
Приложения. . . . .	270
Памятки для ученика . . . . .	270
Обобщающие проекты . . . . .	272
Информационные ресурсы . . . . .	272
Ответы к упражнениям . . . . .	273