

**Г.Н. Колпаков, Ю.А. Соловьев**

**ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЕ  
МЕТОДЫ  
ИССЛЕДОВАНИЯ  
ВЕЩЕСТВА**

УДК 539.2:539.1(075.8)  
ББК 22.383я73  
К61

**Колпаков Г.Н.**

**К61** *Ядерно-физические методы исследования вещества: учебное пособие* / Г.Н. Колпаков, Ю.А. Соловьев; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 119 с.

В пособии изложены физические основы ряда ядерно-физических методов исследования вещества, таких как ядерный магнитный резонанс, эффект Мёссбауэра, излучение Вавилова–Черенкова, спектрометрия ионизирующих излучений. Представлены примеры практического применения рассматриваемых методов.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлениям 223200 «Техническая физика» и 140800 «Ядерные физика и технологии».

УДК 539.2:539.1(075.8)  
ББК 22.383я73

*Рецензенты*

Доктор технических наук, профессор  
главный научный сотрудник НИИ онкологии ТНЦ СО РАМН  
*В.А. Лисин*

Кандидат физико-математических наук, доцент СТИ НИЯУ МИФИ  
*А.Г. Кеслер*

© ФГБОУ ВПО НИ ТПУ, 2012  
© Колпаков Г.Н., Соловьев Ю.А., 2012  
© Обложка. Издательство Томского  
политехнического университета, 2012

# СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1. ЯДЕРНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕЩЕСТВА .....	6
2. ЯДЕРНЫЙ МАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС .....	14
2.1. Физические основы .....	14
2.2. Ядерный магнитный резонанс в веществе .....	21
2.3. Основы применения метода для исследования вещества .....	25
2.3.1. Диполь–дипольное взаимодействие между магнитными моментами ядер .....	26
2.3.2. Влияние движения ядер, атомов и молекул на характеристики спектров .....	28
2.3.3. Магнитные взаимодействия ядер и электронов .....	30
2.3.4. Электрические квадрупольные взаимодействия .....	32
3. ЭФФЕКТ МЁССБАУЭРА .....	34
3.1. Физические основы .....	34
3.2. Характеристики ядерного гамма-излучения и структура вещества .....	42
3.2.1. Изомерный или химический сдвиг .....	42
3.2.2. Квадрупольное взаимодействие .....	45
3.2.3. Гамма-резонансная спектроскопия и ядерный эффект Зеемана .....	47
3.3. Применение эффекта Мёссбауэра .....	48
4. ИЗЛУЧЕНИЕ ВАВИЛОВА–ЧЕРЕНКОВА .....	51
4.1. Физические основы .....	51
4.2. Интенсивность излучения .....	60
4.3. Применение излучения .....	60
5. СПЕКТРОМЕТРИЯ $\gamma$ -КВАНТОВ .....	64
5.1. Сцинтилляционный метод .....	64
5.1.1. Физические основы спектрометрии ионизирующих излучений .....	66
5.1.2. Форма аппаратурной линии сцинтилляционного спектрометра .....	67
5.1.3. Амплитудный анализатор .....	72

5.1.4. Основные характеристики сцинтилляционного спектрометра .....	75
5.2. Полупроводниковый спектрометр .....	82
5.2.1. Полупроводниковые детекторы .....	82
5.2.2. Режимы работы .....	89
5.3. Спектрометрия ППД .....	90
6. СПЕКТРОМЕТРИЯ НЕЙТРОНОВ .....	98
6.1. Спектрометрия по времени пролета .....	98
6.2. Спектрометрия по протонам отдачи .....	103
6.3. Спектрометры с пропорциональными счетчиками .....	112
7. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ .....	115
7.1. Вопросы к разделам 1–3 .....	115
7.2. Вопросы к разделу 4 .....	116
7.3. Вопросы к разделам 5–6 .....	116
ЛИТЕРАТУРА .....	117